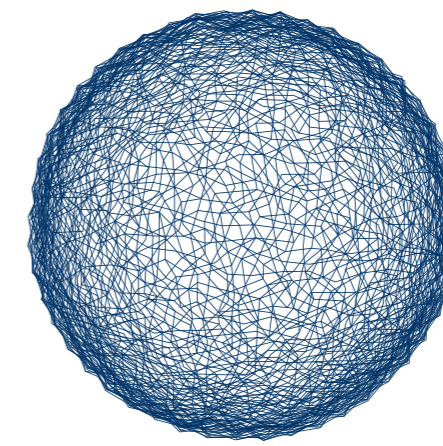




## indice

5	Il gruppo Knauf
6	L'isolamento Knauf Insulation
7	Un'organizzazione unica
8	La lana di roccia
9	Proprietà della lana di roccia
10	Isolamento per ogni necessità
13	Che cos'è la lana di roccia?
15	Il risparmio energetico nel mondo
17	Edilizia ecosostenibile
19	Quadro normativo risparmio energetico
25	Isolamento acustico
29	Caratteristiche termiche di un isolante
33	Caratteristiche tecniche di un isolante acustico
37	Comportamento al fuoco
41	La certificazione CE e il rispetto per la salute
48	Coperture
66	Pareti perimetrali
88	Pareti divisorie
98	Solai interpiano
104	Schede tecniche
114	Conclusioni



COP15  
COPENHAGEN  
UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2009

**"From energy wasters to climate savers  
delivering sustainable buildings"**  
**Tony Robson,**  
**Knauf Insulation Group CEO,**  
**parla al**  
**COP15 di Copenhagen**  
**sulla necessità di ridurre**  
**il consumo di energia negli edifici**  
**e le sfide che questo**  
**sforzo presenterà.**

“La sfida rappresentata dalla lotta ai cambiamenti climatici è importante, gli sforzi che ci attendono saranno notevoli, ma concentrarsi sull'efficienza energetica degli edifici è il modo migliore per garantire che i tentativi di ridurre le emissioni possano andare di pari passo con l'impegno per riportare la nostra economia sui giusti binari”

TONY ROBSON  
Knauf Insulation Group CEO

## Il gruppo Knauf

Knauf è una tipica azienda familiare nonostante le dimensioni, caratterizzata da una cultura di gruppo, ormai sempre più rara, ma è proprio questa la ragione del suo formidabile successo.

Un percorso decisionale snello ed efficiente, il coraggio di affrontare nuove idee, innovazioni, investimenti e una ricchezza di progetti a cui contribuiscono tutti i dipendenti Knauf, queste sono le qualità che distinguono il gruppo di aziende Knauf.

Dai suoi esordi nel 1932 nella lavorazione del gesso lungo i fiumi Saar e Meno, Knauf si è sviluppata in un gruppo di aziende, divenute leader nel mercato Europeo dei materiali da costruzione, riuscendo a fornire prodotti e servizi in tutto il mondo nei seguenti campi:

sistemi costruttivi tradizionali e sistemi costruttivi a secco

lastre in gesso

isolamento termico e acustico

lavorazione delle materie plastiche

L'importanza degli isolanti è cresciuta negli ultimi decenni, divenendo una parte indispensabile del business delle costruzioni, in relazione alle sempre più attuali tematiche sulla salvaguardia dell'ambiente e sulla crescente necessità di risparmio energetico.

Per queste ragioni il gruppo Knauf ha cominciato ad espandere la sua produzione e la vendita di materiali isolanti attraverso la divisione **Knauf Insulation**.





Oggi, con un turnover di oltre 1 miliardo di Euro Knauf Insulation conta circa 5000 dipendenti attivi in più di 50 paesi nel mondo con ben 30 siti industriali per la produzione di:

**lana di roccia**

**lana di vetro**

**lana di legno**

**EPS**

**XPS**

## L'isolamento Knauf Insulation

Materiali isolanti su misura

Knauf Insulation ha iniziato la sua attività negli anni '70 e nel 2002 è entrata con successo tangibile nel mercato Europeo. Oggi, Knauf Insulation è l'azienda con il maggior tasso di crescita, è una delle più grandi realtà manifatturiere del mondo, con un'ampia offerta di materiali isolanti per far fronte alle esigenze sempre maggiori di efficienza energetica e performance acustiche, sicurezza e protezione per le abitazioni esistenti e nuove, edifici commerciali e applicazioni industriali.



Un'ampia serie di prodotti che si traducono in altrettante soluzioni per soddisfare tutte le esigenze di isolamento per l'edilizia, applicazioni industriali (centrali elettriche, impianti petrolchimici, raffinerie, climatizzazione, forni industriali), come pure prodotti OEM per altre applicazioni specifiche (per es. pannelli sandwich, settore automotive, elettrodomestici, porte insonorizzate e porte tagliafuoco, pannelli solari, canne fumarie); tutti questi materiali sono prodotti da Knauf Insulation.

L'azienda sta espandendo rapidamente le sue attività nel settore degli isolanti con la creazione di nuovi siti industriali in tutto il mondo, valutando inoltre il rinnovamento di siti esistenti per incrementare la produzione e l'efficienza dei costi.



## Un'organizzazione unica

Un approccio marketing mirato

Knauf Insulation è in grado di fornire prodotti per diversi segmenti:

**Applicazioni costruttive** (isolamento di facciate, isolamento per tetti a falda, tetti piani, muri perimetrali e divisori, isolamento controterra).

**Applicazioni industriali** (canalizzazioni industriali, condotte per climatizzazione, caldaie, centrali elettriche).

**Applicazioni OEM** (elementi prefabbricati per l'edilizia, porte, elettrodomestici, etc).

Tra i siti produttivi più importanti di lana di roccia annoveriamo quello di Skofja Loka in Slovenia e Novi Marof in Croazia, poli industriali che hanno l'expertise e le infrastrutture per approvvigionare i prodotti in gran parte d'Europa, compresa l'Italia.

## La lana di roccia

### Produzione della lana di roccia

Le materie prime per la produzione di lana di roccia sono per l'appunto rocce di tipo diabase, anfibolite, basalto, dolomite e lana di roccia riciclata. Leganti e agenti antispolvero vengono aggiunti ad esse, conferendo proprietà peculiari alla lana di roccia, a secondo della performance che ci si aspetta da ciascun prodotto. Il Coke è un altro elemento impiegato nella produzione, con la funzione di combustibile nelle fasi di fusione della roccia. Durante la produzione di lana di roccia vi sono piccoli quantitativi di scarto, che vengono riutilizzati e rimodellati attraverso uno speciale processo sotto forma di "briquettes" mattoncini e reinseriti nel ciclo produttivo. In questo modo la produzione di lana di roccia esercita un peso minimo sull'ambiente.

### Processo:

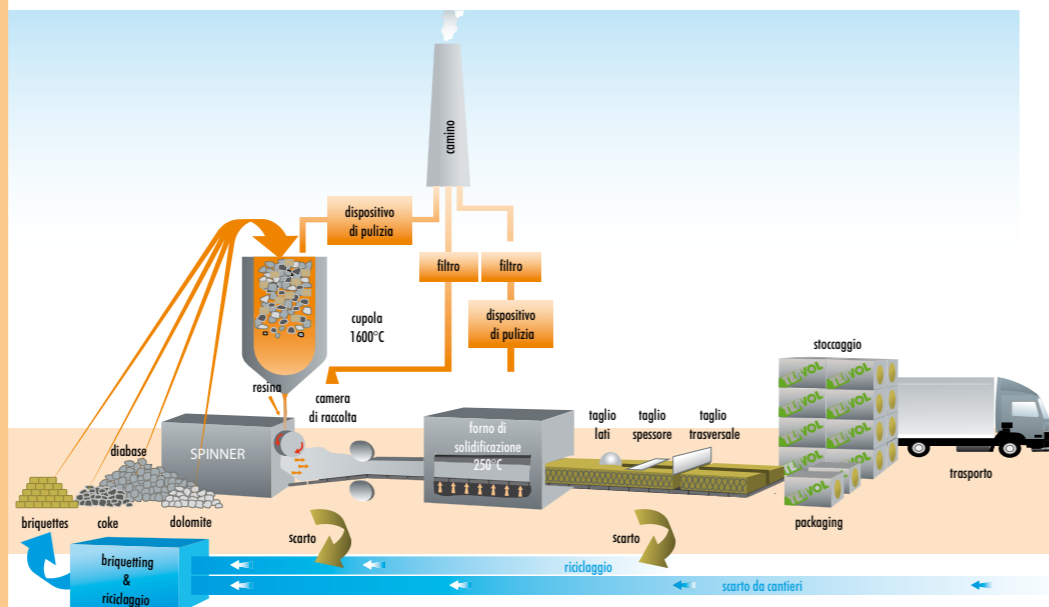
Il composto diventa liquido nella "cupola" ad una temperatura di 1600 °C

Nella centrifuga (spinner) il composto disciolto viene trasformato in fibre di lana di roccia. Gli agenti leganti (resina) sono aggiunti in questa fase al processo produttivo.

La lana di roccia s'indurisce nel forno ad una temperatura che va dai 200 ai 250 °C (la rigidità dipende dalla densità delle materie prime e dalla quantità di resina); il prodotto acquista così la sua forma stabile.

Il passaggio successivo consiste nel tagliare il prodotto nelle dimensioni richieste e imballarlo.

Durante la produzione di lana di roccia vi sono piccoli quantitativi di scarto, che vengono riutilizzati e rimodellati attraverso uno speciale processo come "briquettes" mattoncini e reinseriti nel ciclo produttivo. In questo modo la produzione di lana di roccia esercita un peso minimo sull'ambiente.



## Proprietà della lana di roccia

### Le caratteristiche principali della lana di roccia sono:

**Incombustibilità:** la lana di roccia fornisce un'efficace protezione al fuoco, con un punto di fusione superiore ai 1000 °C.

**Isolamento termico:** Conducibilità termica che va da 0,035 a 0,040 W/mK.

**Isolamento acustico:** la lana di roccia è in grado di assorbire e ridurre la potenza dell'energia sonora.

**Resistenza meccanica:** grazie alle tecnologie produttive avanzate, i prodotti garantiscono elevate prestazioni di Resistenza meccanica.

**Permeabilità al vapore:** grazie alla sua struttura fibrosa la lana di roccia è permeabile al vapore.

**Idrorepellenza:** le fibre sono impermeabili e non assorbono acqua.

**Salubrità:** la lana di roccia è biosolubile, innocua per la salute dell'uomo e rispettosa dell'ambiente.

**Stabilità dimensionale:** i prodotti mantengono le caratteristiche nel tempo.

**Inattaccabilità:** i prodotti sono inerti e non vengono attaccati da microrganismi.



## Isolamento per ogni necessità

Grazie alle loro eccellenti caratteristiche, i prodotti di lana di roccia possono essere usati ovunque sia necessario avere delle eccellenti condizioni di isolamento termico e acustico, laddove la protezione al fuoco giochi un ruolo importante. La lana di roccia Knauf Insulation è particolarmente indicata nei casi difficili, nelle progettazioni con contenuti tecnologici importanti o con richieste di prestazioni a controllo energetico elevato come le Case Passive. La lana di roccia Knauf Insulation è altresì diffusa e prescritta nei casi di isolamento a cappotto, di facciate ventilate, di coperture in legno; situazioni in cui l'isolante deve raggruppare in sé innumerevoli e specifiche caratteristiche. In conclusione l'utilizzo di un isolamento d'alta qualità presenta sempre requisiti di migliore efficienza energetica e sicurezza, sia per quanto riguarda edifici standard che per strutture complesse.

### Applicazioni OEM



isolamento pannelli sandwich

isolamento elettrodomestici

isolamento porte

isolamento canne fumarie

isolamento pannelli solari

### Applicazioni Edilizia



isolamento di facciata

isolamento solaio

isolamento pareti

isolamento tetto a falda

isolamento tetto piano

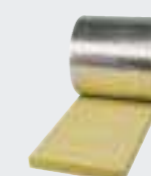
### Applicazioni Tecniche



pannelli per l'industria e per il settore navale



feltri a fibre orientate



rotolo ad alta densità accoppiato ad alluminio



materasso trapuntato su rete



elementi per canalizzazioni



lana di roccia fusa



# Che cos'è la . lana di roccia ●

**Le rocce naturali possiedono caratteristiche chimiche e fisiche eccezionali, pertanto utilizzarle come materiale base per la produzione di isolanti fa sì che il prodotto finito sia imputrescibile, inattaccabile dagli acidi e con una ineguagliabile Resistenza alle elevate temperature.**

La lana di roccia TERVOL è stata sottoposta a differenti cicli di test, ed è risultata chimicamente inerte, non provoca e non favorisce la corrosione, nemmeno a contatto con acciaio non protetto in ambiente umido.

La lana di roccia non contiene sostanze dannose o pericolose, infatti Knauf Insulation rispetta un severo protocollo di selezione delle materie prime; queste vengono rigorosamente analizzate attraverso un attento controllo di tutti i componenti necessari per la produzione, fino a giungere ad un prodotto finito inerte e inalterabile nel tempo.

I prodotti isolanti in lana di roccia sono costituiti da:

- 98% di fibre di roccia
- 2% di resine termoindurenti
- olio minerale e altri speciali additivi che rendono il prodotto finito idrorepellente e non idrofilo



# Il risparmio energetico nel mondo

**L'isolamento nel mondo moderno sta diventando sempre più importante. Le questioni d'attualità riguardano l'inquinamento ambientale estremamente alto, le strategie politiche inerenti, gli aumenti del costo di energia e le fonti di energia limitate.**

Il cambiamento del clima, conseguenza degli alti livelli di inquinamento ambientale, sta diventando sempre più visibile con il riscaldamento globale dell'atmosfera, con il susseguirsi dei disastri naturali estremi e dei loro effetti sulle popolazioni. Non potremmo immaginare il mondo moderno senza elettricità, olio combustibile, gas ed altre fonti di energia. Stiamo depauperando il pianeta delle risorse disponibili ed i consumi sono in aumento maggiormente nelle società sviluppate. Il fatto preoccupante è che il 12% della popolazione del mondo (U. S. A. e Unione Europea) consuma il 40% dell'energia mondiale.

La soluzione a questo problema deve essere cercata nella combinazione tra ridotti consumi di energia e sistemi più efficienti, insieme alle fonti di energia naturali e alle tecnologie produttive più pulite.

I materiali isolanti per le costruzioni e per gli impianti, sono la soluzione più redditizia all'interno di uno sforzo globale per risparmiare energia, infatti è inconfutabile che le perdite di calore sono minimizzate con conseguente riduzione dei consumi e maggior efficienza del sistema edificio.

In questo modo potrebbe essere significativamente contenuta l'energia necessaria per il riscaldamento, per il raffrescamento, per il totale corretto funzionamento dell'involucro edilizio e degli impianti.

Knauf Insulation sta sviluppando in continuo soluzioni in grado di rendere gli edifici sempre più efficienti.

L'isolamento detiene un ruolo importante in un'ampia serie di obiettivi, primo tra tutti la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, quindi dobbiamo essere consapevoli che il corretto isolamento può fare la differenza per il futuro della Terra.





# Edilizia ecosostenibile

**“World Leaders: invest now in a global Green Energy Economy”** appello lanciato da un’alleanza di 23 organizzazioni mondiali umanitarie, ecologiste, scientifiche, religiose, che hanno promosso una nuova campagna sul clima, per esercitare pressioni al fine di ottenere un trattato sul clima forte, equo e ambizioso.

L’edilizia è uno dei settori a maggiore impatto ambientale, per lo sfruttamento del territorio, per l’utilizzo di materiali a base di petrolio, per gli alti consumi energetici e per le emissioni di gas serra.

**Il concetto di edilizia sostenibile va inquadrato nello scenario mondiale e connesso a quello di sviluppo sostenibile.**

La domanda e l’offerta di energia è capace di influenzare gli scenari delle emissioni e di conseguenza costituisce uno dei punti di attenzione più rilevanti: ma la risposta che la tecnologia può offrire al fine di correggere i maggiori squilibri del sistema energetico assicurando il minor impatto ambientale, può essere l’input iniziale per le azioni da intraprendere, **creando negli individui la cultura e la coscienza del risparmio.**



## Quadro normativo risparmio energetico

### Quadro normativo italiano sul risparmio energetico

#### **Dlgs n. 192/05 - 19 agosto 2005**

Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

#### **Dlgs n. 311 - 29 dicembre 2006**

Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

#### **Dlgs n. 115 - 30 maggio 2008**

Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CE.

#### **DPR n. 59 - 2 aprile 2009**

Regolamento di attuazione dell'Articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

#### **DM - 26 giugno 2009**

Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

### Analisi e sintesi dal Decreto 192/05 alle Linee guida del 2009

Promuovere un'applicazione coordinata, omogenea e immediatamente operativa delle norme per l'efficienza energetica sul territorio nazionale, è la finalità del **DPR n. 59 - 2 aprile 2009**, che definisce le metodologie, i criteri e i requisiti minimi di edifici e impianti relativamente alla:

- climatizzazione invernale (assetto del Dlgs 192/05)
- preparazione di acqua calda per usi sanitari
- climatizzazione estiva (nuova introduzione rispetto al Dlgs 192/05)
- illuminazione artificiale di edifici del terziario

### Ambiti Applicativi

Per quanto riguarda gli ambiti d'applicazione, il quadro del Dlgs 192/05 non è stato modificato, i casi esclusi si riferiscono a:

- edifici di particolare interesse storico o artistico, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione delle loro caratteristiche
- fabbricati industriali, artigianali e agricoli riscaldati solo da processi per le proprie esigenze produttive
- fabbricati isolati con superficie utile < 50 m<sup>2</sup>
- impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio, anche se utilizzati, in parte non preponderante, per gli usi tipici del settore civile

Per tutti gli altri casi sono previsti requisiti minimi da rispettare. In base al tipo di intervento esistono 3 differenti livelli d'applicazione:

- applicazione integrale a tutto l'edificio
- applicazione integrale ma limitata al solo intervento di ampliamento
- applicazione limitata al rispetto di parametri solo per alcuni elementi nel caso di interventi su edifici esistenti

### Definizioni

Per quanto riguarda le definizioni sono le stesse riportate nel Dlgs 192/05 e nel Dlgs 311/06 con tre nuove introduzioni:

- i sistemi filtranti
- le coperture a verde
- la Trasmittanza termica periodica  $Y_{ie}$  (W/m<sup>2</sup>K): parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che l'attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti

### Metodologie di calcolo

Per quanto riguarda le metodologie e software di calcolo (Art. 3, 4 e 7) si adottano le norme tecniche nazionali ad oggi disponibili (Art. 3 comma 1):

**UNI/TS 11300 - 1** Prestazioni energetiche degli edifici  
Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

**UNI/TS 11300 - 2** Prestazioni energetiche degli edifici  
Parte 2: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

L'utilizzo di altri metodi e procedure è disciplinato dal comma 27 dell'Articolo 4. Gli strumenti di calcolo commerciali (software) applicativi delle metodologie descritte dalle UNI/TS 11300 devono garantire uno scostamento massimo di più o meno il 5% rispetto allo strumento nazionale di riferimento predisposto dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano).

### Le Regioni

Il decreto, nella tutela degli interessi degli utenti attraverso un'applicazione omogenea della predetta norma sull'intero territorio nazionale, stabilisce quanto segue:

- per le Regioni e le Province autonome che non hanno provveduto ad adottare propri provvedimenti regionali si applicano le disposizioni del DPR 59/09
- per le Regioni e le Province autonome che hanno provveduto ad adottare propri provvedimenti regionali, si devono adottare misure per favorire un graduale ravvicinamento al DPR 59/09 e garantire coerenza nei contenuti

### Limiti e requisiti minimi

Per quanto riguarda i requisiti minimi restano in vigore i limiti descritti dall'Allegato C del Dlgs 192/05 e successive modifiche relativamente a Trasmittanza termica, Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale e Rendimento globale medio stagionale.

Mentre il DPR 59/09 introduce nuovi limiti di legge per quanto riguarda:

- prestazione energetica per il raffrescamento dell'edificio
- Trasmittanza termica periodica per il controllo dell'inerzia dell'involucro opaco

### Verifiche da rispettare

Per capire quali indicazioni e limiti di legge si devono rispettare:

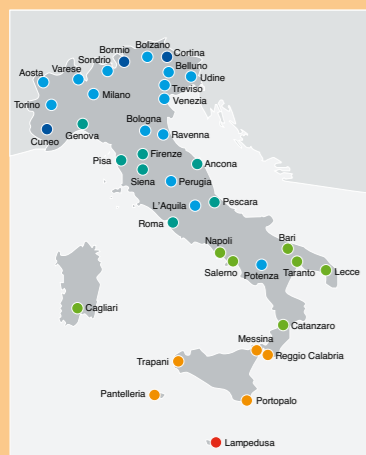
- si determina la categoria d'applicazione del decreto a seconda del tipo di intervento
- si prende in esame l'elenco completo delle prescrizioni da rispettare riassunto nello "Schema delle verifiche" incrociando la categoria d'intervento e la categoria dell'edificio in esame (E1, E2, ecc.)
- da questa analisi si prende atto del contenuto delle prescrizioni da rispettare consultando la tabella "Elenco delle verifiche"

### Verifica dei requisiti di Trasmittanza termica

La normativa fissa, per i componenti orizzontali e verticali dell'involucro, la verifica dei requisiti di Trasmittanza termica limite, in relazione alle differenti zone climatiche di riferimento.

Il parametro necessario per determinare la prestazione termica di un componente edilizio, in regime stazionario, è la Trasmittanza termica (U). Il valore di Trasmittanza termica (U) si ottiene con il reciproco delle resistenze termiche dei vari strati che costituiscono l'elemento costruttivo, calcolate in sommatoria e per calcolare la Resistenza termica del singolo strato si considera il rapporto tra il suo spessore e la Conducibilità termica (W/mK) del materiale di cui è costituito.

## Mappa delle zone climatiche



### Requisiti energetici degli edifici

Valori limite della Trasmittanza termica (U espressa in  $W/m^2K$ ) dal 1° gennaio 2010

Zona climatica	Trasmittanza termica delle strutture opache verticali	Trasmittanza termica delle coperture	Trasmittanza termica dei pavimenti (verso l'esterno o verso locali non riscaldati)
<b>A</b>	<b>0,62</b>	<b>0,38</b>	<b>0,65</b>
<b>B</b>	<b>0,48</b>	<b>0,38</b>	<b>0,49</b>
<b>C</b>	<b>0,40</b>	<b>0,38</b>	<b>0,42</b>
<b>D</b>	<b>0,36</b>	<b>0,32</b>	<b>0,36</b>
<b>E</b>	<b>0,34</b>	<b>0,30</b>	<b>0,33</b>
<b>F</b>	<b>0,33</b>	<b>0,29</b>	<b>0,32</b>

### Divisori

Valori limite della Trasmittanza termica:  $U_{divisorio} \leq 0,80 W/m^2K$

- per tutti i divisori (verticali e orizzontali) di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti
- per tutte le strutture opache che delimitano verso l'ambiente esterno gli ambienti non dotati di impianto di riscaldamento
- in caso di ristrutturazioni totali, solo per classi C, D, E, F

### Condizione estiva

Per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione  $I_m, s \geq 290 W/m^2$  (ad esclusione della zona F), il DPR 59/2009 introduce nuove indicazioni sui metodi di valutazione delle strutture opache, in alternativa alla verifica del valore di massa superficiale ( $M_s \geq 230 Kg/m^2$ ).

Nel periodo estivo, al fine di garantire il benessere abitativo e il contenimento dei fabbisogni energetici per il condizionamento, è necessario limitare il dispendio eccessivo di frigorifici; per questo motivo è importante che l'involucro esterno possieda una buona inerzia termica, in grado di smorzare l'onda termica incidente sull'edificio, responsabile di un rapido surriscaldamento degli ambienti interni.

### Per le pareti opache verticali ad eccezione di quelle nel quadrante Nord-ovest/Nord/Nord-est:

la massa superficiale  $M_s$  (calcolata secondo la definizione dell'All. A del Dlgs 192/05 come massa superficiale della parete opaca compresa la malta dei giunti ed esclusi gli intonaci) sia superiore di  $230 kg/m^2$  o in alternativa che il valore del modulo della Trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ ) sia inferiore a  $0,12 W/m^2K$ .

### Per tutte le pareti opache orizzontali ed inclinate:

in alternativa alla verifica della massa che il valore del modulo della Trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ ) sia inferiore a  $0,20 W/m^2K$ .

### Riassumendo:

	Trasmittanza termica periodica ( $W/m^2K$ )	oppure massa superficiale [ $kg/m^2$ ]
struttura verticale	<b>0,12</b>	<b>230</b>
struttura orizzontale	<b>0,20</b>	<b>230</b>

### DM 26 giugno 2009

#### Le Linee guida nazionali sulla certificazione energetica degli edifici

Coerentemente con il principio di cedevolezza, le Linee guida contenute nel decreto 26 giugno 2009 si applicano nelle Regioni e nelle Province autonome che non hanno ancora provveduto ad adottare propri strumenti di certificazione energetica.

Al contempo, però, tali disposizioni prevedono che gli attuali sistemi di certificazione energetica esistenti si allineino a quanto previsto a livello nazionale, assicurando la coerenza con gli elementi essenziali del sistema nazionale.

Inoltre le Regioni e Province autonome che hanno legiferato o legiféreranno in materia, dovranno tenere conto degli elementi essenziali riportati nell'Art. 4 del decreto in oggetto.

Tali elementi riguardano essenzialmente:

- l'attestato di certificazione dovrà contenere l'efficienza energetica dell'edificio, valori a norma di legge, valori di riferimento e le classi prestazionali, nonché suggerimenti per interventi migliorativi economicamente convenienti
- si dovrà tenere conto delle norme tecniche vigenti
- presentare metodologie di calcolo anche semplificate, finalizzate a minimizzare gli oneri a carico dell'utente, però che tengano conto delle norme di riferimento
- i requisiti professionali e i criteri di qualificazione e indipendenza dei soggetti certificatori
- la validità temporale
- l'aggiornamento obbligatorio dell'attestato di certificazione energetica

L'Articolo 6 definisce la validità dell'attestato di certificazione in 10 anni purché siano rispettate tutte le prescrizioni normative vigenti e le operazioni di controllo di efficienza energetica, compresi i controlli sull'impianto di climatizzazione.

In caso di mancato rispetto di tali disposizioni l'attestato perde efficacia il 31 dicembre dell'anno successivo a quello in cui è prevista la prima scadenza non rispettata.

I libretti di impianto o di centrale devono essere allegati all'attestato di certificazione energetica.

In base alle classi proposte risulta evidente che dal 2010 sarà obbligatorio, per le nuove costruzioni, raggiungere almeno la classe C.

Altra importante novità, valida in caso di compravendita e per edifici altamente disperdenti, è la possibilità per il proprietario di non certificare l'immobile avvalendosi di un'autodichiarazione di appartenenza dello stesso alla classe G.

Il decreto fornisce, infine:

- le indicazioni per il calcolo della prestazione energetica di edifici non dotati di impianto di climatizzazione invernale e/o di produzione di acqua calda sanitaria (All.1)
- una procedura semplificata per la determinazione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale dell'edificio (All.2)
- un layout di certificazione energetica differente, in cui la rappresentazione grafica ad istogrammi della classe energetica viene sostituita da quella a "cruscotti"

# Isolamento acustico



## Isolamento acustico

### Legge 26 ottobre 1995 n° 47

In data 30 ottobre 1995 è stata pubblicata la "Legge quadro sull'inquinamento acustico" – Legge 26 ottobre 1995 n° 447 – che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dal rumore prodotto dall'ambiente esterno e dall'ambiente abitativo, ai sensi e per gli effetti dell'Art. 117 della Costituzione.

### IL D. P. C. M. 5 dicembre 1997

In attuazione dell'Art. 3 della Legge 447/95, il decreto determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici e i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, con lo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore.

I requisiti acustici di sorgenti sonore diverse da quelle sopra indicate sono invece determinati da altri provvedimenti attuativi della legge 447/95.

### TABELLA A

Classificazione degli ambienti abitativi (Art. 2)

- A** Edifici adibiti a residenza o assimilabili
- B** Edifici adibiti a uffici e assimilabili
- C** Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
- D** Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
- E** Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
- F** Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
- G** Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

### Definizioni

**Ai fini applicativi del decreto, gli ambienti sono distinti nelle categorie indicate nella Tabella A. Inoltre sono definiti "componenti" degli edifici sia le partizioni orizzontali che quelle verticali.**

## Valori limite

Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, sono indicati nella Tabella B i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, definiti nell'Allegato A del D. P. C. M.

TABELLA B

Categorie di edifici

	$R^1_W$ *	Parametri [dB]			
		$D_{2m, nT, w}$	$L^1_{n, w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
<b>Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili (D)</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>Residenze, alberghi, pensioni o attività assimilabili (A, C)</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>63</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
<b>Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili (E)</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali o assimilabili (B, F, G)</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

(\*) Valori di  $R^1_W$  riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Dove:

$R^1_W$  è il valore minimo di isolamento al rumore tra alloggi

$D_{2m, nT, w}$  è il valore minimo di isolamento dai rumori provenienti dall'esterno

$L^1_{n, w}$  è il valore massimo di rumore di calpestio percepito

$L_{ASmax}$  è il livello massimo di rumore per gli impianti a funzionamento discontinuo

$L_{Aeq}$  è il valore massimo di rumore per gli impianti a funzionamento continuo

Le grandezze di riferimento riportate nella Tabella B, che caratterizzano i requisiti acustici degli edifici, da determinare con misure in opera, sono:

- il tempo di riverberazione (T)
- il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti ( $R^1$ ). Tale grandezza rappresenta il potere fonoisolante degli elementi di separazione tra alloggi e tiene conto anche delle trasmissioni laterali (dB)
- dai valori  $R^1$ , espressi in funzione della frequenza (terzi di ottava), si passa all'indice di valutazione  $R^1_W$  del potere fonoisolante apparente delle partizioni fra ambienti in riferimento ad una procedura normalizzata.

## Alcune considerazioni sull'isolamento acustico

Per quanto riguarda il grado di isolamento delle strutture verticali, l'indice da considerare è  $R^1_W$ , cioè la Resistenza acustica.

I fattori importanti da valutare sono:

- l'edificio nel suo complesso
- le qualità fonoimpedenti e fonoassorbenti del prodotto isolante
- la certificazione in laboratorio dei pacchetti di isolamento, costituiti dalle strutture "accoppiate" all'isolante.

Questa certificazione è importante, ma si deve sempre considerare che nella realtà vi è uno scostamento con il valore ottenuto in laboratorio, dovuto alle condizioni in opera e alle trasmissioni laterali.

Per garantire un buon risultato dei sistemi di isolamento acustico è necessario porre attenzione anche alle parti di collegamento tra le strutture verticali e orizzontali. È inutile isolare bene un muro se non vale altrettanto per il pavimento.

Gli elementi che determinano lo scostamento tra i valori registrati in laboratorio e quelli registrati in opera sono:

### le cassette elettriche

ad esempio la prassi prevede che esse siano simmetriche; in tal modo però si ottiene praticamente un foro nel muro che permette il passaggio diretto del rumore da una parte all'altra, senza possibilità di isolamento;

**l'impiantistica** inserita nelle partizioni;

**i pilastri** che costituiscono dei ponti acustici importanti e come tali andrebbero isolati.

# Caratteristiche termiche di un isolante

- > Conducibilità termica
- > Resistenza termica
- > Trasmittanza termica
- > Inerzia termica



## Caratteristiche termiche di un isolante

### La Conducibilità termica ( $\lambda$ )

è la quantità di calore trasferito in una direzione perpendicolare ad una superficie di area unitaria, a causa di un gradiente di temperatura, nell'unità di tempo e in condizioni stabili. Quindi definisce, con il suo valore, l'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore.

### La Resistenza termica (R)

è determinata dal rapporto tra spessore dello strato e Conducibilità termica del materiale che compone lo strato stesso.  
 $R = s/\lambda$

### La Trasmittanza termica (U)

indica la quantità di calore che viene dispersa da un metro quadrato di involucro dell'edificio ed è definita dall'inverso della somma delle resistenze termiche e degli strati costituenti la chiusura. A bassi valori di Trasmittanza termica corrisponde una minore dispersione di calore.  
 $U = 1/R$

### Il Calore specifico (c)

è la quantità di energia termica necessaria per innalzare di un grado Kelvin la temperatura di un grammo di materiale.  
 $c$  (J/kgK)

### La Conduttanza termica unitaria (C)

è utilizzata per determinare la Resistenza termica degli strati non omogenei, come ad esempio i laterizi. I valori per le principali tipologie di chiusura sono forniti dalla norma UNI 10355.  
 $C$  (W/m<sup>2</sup>K)

### Trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ )

è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti.  
 $Y_{ie}$  (W/m<sup>2</sup>K)

## Rendimento energetico di un edificio.

### Considerazioni

I fattori che entrano in gioco nella progettazione per ottenere un basso consumo energetico sono:

l'isolamento dell'edificio, in modo che al suo interno la temperatura sia mantenuta secondo i parametri termoigrometrici di benessere per l'uomo sia d'inverno che d'estate;

un corretto orientamento dell'edificio rispetto al sole;

un corretto sviluppo e rapporto tra parti trasparenti e opache;

lo sfruttamento di calore per esposizione a Sud delle vetrate (schermabili d'estate);

l'uso di collettori solari per acqua calda e pannelli fotovoltaici per energia elettrica;

utilizzo quando possibile di energie rinnovabili per i sistemi impiantistici.

Le scelte tecniche da valutare variano a seconda della fascia climatica di appartenenza e sono il frutto della competenza del progettista e di tutti i professionisti coinvolti nell'iter progettuale e costruttivo. La Knauf Insulation intende offrire una consulenza ed alcuni suggerimenti orientativi e generici, come tali non in grado di rappresentare una garanzia di progetto o verifica.

## Appendice Calcolo

Esempio di calcolo della Trasmittanza termica della parete

### Esempio di parete laterizio 12+8 cm

Materiale	s [m]	$\lambda$ (lambda)	C (Conduzzanza unitaria)	R = s/ $\lambda$ (Resistenza termica)
Intonaco calce + cemento	0,015	0,900		0,017
Laterizio semipieno	0,120		4,160	0,240
Intonaco calce + cemento	0,015	0,900		0,017
<b>ISOLANTE</b>	<b>0,08</b>	<b>0,035</b>		<b>2,285</b>
Laterizio forato	0,080		5,000	0,200
Intonaco esterno calce-cemento	0,020	0,900		0,022
<b>Resistenza term. ammissione 1/hi</b>				<b>0,123</b>
<b>Resistenza term. emissione 1/he</b>				<b>0,043</b>
<b>Resistenza termica totale R</b>				<b>2,947</b>
<b>Trasmittanza termica unitaria U</b>				<b>0,339</b>

### Legenda dati caratterizzanti

s = Spessore del materiale [m]       $\lambda$  = Conducibilità termica del materiale [W/mK]  
 C = Conduzzanza unitaria W/m<sup>2</sup>K      R = Resistenza termica m<sup>2</sup>K/W  
 U = Trasmittanza termica W/m<sup>2</sup>K

Per calcolare la Resistenza termica totale sono state calcolate le Resistenze termiche dei singoli strati ( $R = s/\lambda$ ), poi sono state sommate le varie resistenze per ottenere un valore complessivo della chiusura orizzontale o verticale (parete, solaio, tetto), a cui vanno aggiunte le resistenze termiche di ammissione (1/hi) ed emissione (1/he) in cui:

hi = coeff. di adduzione interna [W/m<sup>2</sup>K]  
 1/hi = 0,123 m<sup>2</sup>K/W per chiusure verticali  
 1/hi = 0,107 m<sup>2</sup>K/W per chiusure orizzontali  
 he = coeff. di adduzione esterna [W/m<sup>2</sup>K]  
 1/he = 0,043 m<sup>2</sup>K/W per chiusure verticali e orizzontali

## Note tecniche

### L'inerzia termica e il comportamento in clima estivo dell'involucro edilizio

Quando si parla d'isolamento termico si valuta immediatamente la Trasmittanza termica del componente.

Dal punto di vista tecnico la Trasmittanza rappresenta il flusso di calore che, in condizioni di regime stazionario, passa attraverso una parete, per m<sup>2</sup> di superficie e per una differenza di temperatura di 1°C.

In condizioni reali la temperatura dell'ambiente esterno varia durante la giornata e questa variazione è solitamente più sensibile nella stagione estiva che in quella invernale. Ne consegue che basare i ragionamenti in materia d'isolamento esclusivamente sulla Trasmittanza, significa considerare un presupposto teorico di trasmissione del calore e questo può risultare non sufficiente per una corretta valutazione dell'isolamento termico.

Il riferimento nazionale per il calcolo degli indicatori quali lo sfasamento (S)  $\phi$ , espresso in ore, ed il fattore di attenuazione ( $f_a$ ), coefficiente adimensionale, è la norma tecnica UNI EN ISO 13786, dove i predetti parametri rispondono rispettivamente alle seguenti definizioni:

(S)  $\phi$  : sfasamento, è il ritardo temporale tra il massimo del flusso termico entrante nell'ambiente interno ed il massimo della temperatura dell'ambiente esterno.

( $f_a$ ): fattore di attenuazione o fattore di decremento, è il rapporto tra il modulo della Trasmittanza termica dinamica e la Trasmittanza termica in condizioni stazionarie.

Sulla base dei valori assunti da tali parametri si definisce la seguente classificazione valida per tutte le destinazioni d'uso:

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
<b>S &gt; 12</b>	<b>F<sub>a</sub> &lt; 0,15</b>	<b>ottime</b>	<b>I</b>
<b>12 ≥ S &gt; 10</b>	<b>0,15 ≤ F<sub>a</sub> &lt; 0,30</b>	<b>buone</b>	<b>II</b>
<b>10 ≥ S &gt; 8</b>	<b>0,30 ≤ F<sub>a</sub> &lt; 0,40</b>	<b>medie</b>	<b>III</b>
<b>8 ≥ S &gt; 6</b>	<b>0,40 ≤ F<sub>a</sub> &lt; 0,60</b>	<b>sufficienti</b>	<b>IV</b>
<b>6 ≥ S</b>	<b>0,60 ≤ F<sub>a</sub></b>	<b>mediocri</b>	<b>V</b>

Nei casi in cui le coppie di parametri caratterizzanti l'edificio non rientrano coerentemente negli intervalli fissati in tabella, per la classificazione prevale il valore dello sfasamento.



# Caratteristiche tecniche di un isolante acustico

> fonoisolamento

> fonoassorbimento



## I rumori nell'edificio

I rumori che si rilevano all'interno dell'ambiente abitativo si distinguono in:

- rumori aerei
- rumori d'urto o di percussione
- rumori degli impianti tecnici

**Il rumore di tipo aereo** mette in vibrazione una parete attraverso le onde di pressione dell'aria e coinvolge maggiormente gli ambienti contigui rispetto alla sorgente del suono, mentre il rumore di percussione si traduce in vibrazioni che si propagano in tutto l'edificio e lo stesso meccanismo vale anche per i rumori generati dagli impianti tecnici.

**Il rumore da calpestio** è generato dall'urto diretto di un corpo su un pavimento.

**La rigidità dinamica** è la caratteristica che identifica gli isolanti adatti all'abbattimento del rumore impattivo, introducendo la tecnica del **pavimento galleggiante**.

La rigidità dinamica diminuisce con l'aumentare dello spessore del materiale e definisce la capacità dell'elemento isolante di deformarsi elasticamente e smorzare la sollecitazione dinamica, ovvero il calpestio, a cui è sottoposto quando è caricato dal peso del massetto.

Un materiale isolante idoneo per l'abbattimento del rumore impattivo dovrebbe avere una rigidità dinamica compresa tra 35 e 7 MN/m<sup>3</sup>; l'attenuazione acustica è più alta quanto più è bassa la rigidità dinamica, ma valori troppo bassi renderebbero il materiale eccessivamente compressibile, deformandosi sotto schiacciamento; infatti il livello di compressibilità (CP) è l'altro parametro importante da considerare per le applicazioni sottopavimento.

## L'isolamento delle pareti in muratura

L'isolamento delle pareti in muratura dipende principalmente dal loro peso, infatti più la muratura è pesante più è elevato l'isolamento, seguendo la **legge della massa**. Con la forte diffusione di nuovi sistemi costruttivi leggeri, con la necessità d'impiego di sistemi antisismici e di elementi prefabbricati e perseguendo l'intento di sfruttare il più possibile le volumetrie abitative, oggi le strutture murarie hanno spessori sempre più contenuti e peso ridotto. È possibile mantenere un isolamento acustico adeguato pur utilizzando un'architettura leggera.

Infatti una doppia parete separata da una intercapedine riempita di materiale fibroso, quale è la lana di roccia, modifica il comportamento del sistema; le vibrazioni delle due masse (le due pareti, interna ed esterna) sono smorzate da una molla (la lana di roccia in intercapedine) posta fra queste, ingenerando il meccanismo **massa-molla-massa**.

## Assorbimento del suono

Si parla di assorbimento acustico quando l'onda sonora, incontrando un corpo morbido, elastico e poroso, viene assorbita totalmente o in parte.

In questo modo l'energia sonora viene convertita in calore per mezzo dell'attrito tra le molecole d'aria e le piccole cavità porose di cui è composto il materiale.

Il Coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha$ ) si definisce come il rapporto tra l'energia sonora assorbita dalla superficie del materiale e l'energia sonora incidente.

In caso di riflessione totale dell'onda sonora incidente, il coefficiente di assorbimento è  $\alpha = 0$ , mentre in caso di assorbimento totale  $\alpha = 1$ .

Il sistema di classificazione è espresso con un indice di valutazione unico  $\alpha_w$  (coefficiente di assorbimento acustico ponderato) utilizzato per calcolare la classe di assorbimento acustico come riportato in tabella.

L'efficacia della lana di roccia è dovuta alla fibrosità del materiale, alla costituzione e disposizione delle fibre stesse. Grazie alle diverse tipologie di lane di roccia Knaufl Insulation, è possibile creare uno dei migliori sistemi in grado di risolvere le problematiche acustiche.

### Classe di assorbimento acustico

	$\alpha_w$
<b>A</b>	<b>0,90 - 1,00</b>
<b>B</b>	<b>0,80 - 0,85</b>
<b>C</b>	<b>0,60 - 0,75</b>
<b>D</b>	<b>0,30 - 0,55</b>
<b>E</b>	<b>0,25 - 0,15</b>
<b>non classificato</b>	<b>0,10 - 0,00</b>

### In sintesi

La lana di roccia Knaufl Insulation ha un'adeguata percentuale di porosità ed una considerevole Resistenza al flusso d'aria, pertanto è ritenuta un ottimo assorbitore acustico.

La lana di roccia svolge anche un'azione di attenuazione e correzione acustica secondo il principio fisico della massa-molla-massa capace di ridurre notevolmente l'intensità del suono passante, e pertanto:

- evita le trasmissioni lungo le intercapedini
- smorza le vibrazioni indotte sui singoli strati
- riduce i fenomeni di risonanza all'interno delle cavità, abbassando il livello sonoro, grazie alle sue caratteristiche di assorbimento
- isola in modo continuo le strutture, evitando i ponti acustici

# Comportamento al fuoco

- > Reazione al fuoco
- > Resistenza al fuoco

## Reazione al fuoco

Informazioni tecniche e normative

Decadono le classi italiane e l'omologazione. Le vecchie classi nazionali sono già state eliminate in quasi tutti i Paesi europei. Le nuove classi di reazione al fuoco sono molto diverse dalle precedenti, essendo cambiati i metodi di prova e i parametri misurati. In questo quadro si collocano i due decreti ministeriali pubblicati nella Gazzetta Ufficiale n° 73 del 30 marzo 2005.

Il primo decreto (DM 10 marzo 2005) recepisce le nuove Euroclassi e le relative Decisioni della Commissione; esso fa riferimento in particolare a:

l'allegato A contenente le tabelle di classificazione dei materiali e i relativi metodi di prova e criteri di classificazione

l'allegato B contenente la combinazione delle classi di reazione al fuoco previste nella EN 13501-1

l'allegato C contenente l'elenco dei materiali a cui è attribuita la classe di reazione al fuoco senza onere di prova

Il secondo decreto (DM 15 marzo 2005) definisce quali requisiti devono possedere i prodotti da costruzione per poter essere installati nelle attività comprese nel campo di applicazione delle vigenti disposizioni tecniche di prevenzione incendi, in luogo delle classi italiane previste dal DM 26 giugno 1984, e successive modifiche ed integrazioni.

Va precisato che:

la classe F non significa che il prodotto sia intrinsecamente pericoloso, ma solo che non è stata determinata la classe di reazione al fuoco

la vecchia classe 0 dell'incombustibilità corrisponde all'Euroclasse A1

Come evidenziato dai seguenti Art. del DM15 marzo 2005:

### Art. 2 Prodotti incombustibili

Laddove per i prodotti sono prescritte caratteristiche di incombustibilità ovvero è richiesta la classe 0 (zero) di reazione al fuoco, sono utilizzati prodotti di classe (A1) per impiego a parete e a soffitto, di classe (A1FL) per impiego a pavimento e di classe (A1L) per l'isolamento di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare.

### Art.3 Prodotti non classificati

I prodotti non classificati ai fini della reazione al fuoco sono individuati in classe (F) per impiego a parete e a soffitto, in classe (FFL) per impiego a pavimento e in classe (FL) per l'isolamento di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare.



Lane di roccia  
Knauf Insulation  
Pannelli di lana nudi  
o con velo vetro:  
EUROCLASSE  
A1(incombustibile)

Pannello con Alluminio  
Refinato PE:  
EUROCLASSE  
A1(incombustibile)

Pannelli con carta Kraft:  
EUROCLASSE F

Il recepimento delle Euroclassi assume particolare importanza perché la classificazione della reazione al fuoco condiziona il livello di controllo previsto per la marcatura CE, la cui etichetta deve riportare obbligatoriamente la classificazione del materiale.

Inoltre si precisa che: oltre alla classe di reazione al fuoco vera e propria (vedi Tabelle di corrispondenza) sono attribuiti ai materiali anche livelli di produzione di fumo - misurati attraverso la sua opacità e indicati con il simbolo s1, s2, s3 (s = smoke) - e l'attitudine a rilasciare gocce o particelle ardenti - indicate con d0, d1, d2 (d = drops). Così è possibile valutare una sostanziale differenza tra due prodotti, appartenenti alla stessa classe, aventi il primo s1, d0 (livello 1 di emissione di fumi, nessuna goccia) e il secondo s1, d1 (livello 1 di emissione di fumi, ma presenza di gocce). Vengono anche introdotte specifiche simbologie per individuare la classe dei prodotti impiegabili come rivestimento dei pavimenti e per i materiali riguardanti gli impianti tecnici a prevalente sviluppo lineare come tubazioni e condotte, nel primo caso alla classe è aggiunto FL (FL = floor), nel secondo è aggiunto il simbolo L, per esempio A2L-s1, d0.

## Di seguito le Tabelle estrapolate dal DM 15 marzo 2005

### Tabella 1 – Impiego a Pavimento

Classe italiana	Classe europea
<b>Classe 1</b>	<b>(A2FL-s1), (A2FL-s2), (BFL-s1), (BFL-s2)</b>
<b>Classe 2</b>	<b>(CFL-s1), (CFL-s2)</b>
<b>Classe 3</b>	<b>(DFL-s1), (DFL-s2)</b>

### Tabella 2 – Impiego a Parete

Classe italiana	Classe europea
<b>Classe 1</b>	<b>(A2-s1, d0), (A2-s2, d0), (A2-s3, d0), (A2-s1, d1), (A2-s2, d1), (A2-s3, d1), (B-s1, d0), (B-s2, d0), (B-s1, d1), (B-s2, d1)</b>
<b>Classe 2</b>	<b>(A2-s1, d2), (A2-s2, d2), (A2-s3, d2), (B-s3, d0), (B-s3,d1), (B-s1, d2), (B-s2, d2), (B-s3, d2), (C-s1, d0), (C-s2, d0), (C-s1, d1), (C-s2, d1)</b>
<b>Classe 3</b>	<b>(C-s3, d0), (C-s3, d1), (C-s1, d2), (C-s2, d2), (C-s3, d2), (D-s1, d0), (D-s2, d0), (D-s1, d1), (D-s2, d1)</b>

### Tabella 3 – Impiego a Soffitto

Classe italiana	Classe europea
<b>Classe 1</b>	<b>(A2-s1, d0), (A2-s2, d0), (A2-s3, d0), (A2-s1, d1), (A2-s2, d1), (A2-s3, d1), (B-s1, d0), (B-s2, d0)</b>
<b>Classe 2</b>	<b>(B-s3, d0), (B-s1, d1), (B-s2, d1), (B-s3, d1), (C-s1, d0), (C-s2, d0)</b>
<b>Classe 3</b>	<b>(Cs1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (C-s3,d0), (D-s1,d0), (D-s2,d0)</b>

## Resistenza al fuoco

È l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare, secondo un programma termico prestabilito e per un tempo determinato, in tutto o in parte: la stabilità "R", la tenuta "E", l'isolamento termico "I" così definiti:

- **Stabilità:** attitudine di un elemento da costruzione a conservare la Resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco
- **Tenuta:** attitudine di un elemento da costruzione a non lasciar passare né produrre - se sottoposto all'azione del fuoco su un lato - fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto
- **Isolamento termico:** attitudine di un elemento da costruzione a ridurre, entro un dato limite, la trasmissione del calore

Ogni attività soggetta alle pratiche di prevenzione incendi definisce, in base alla compartimentazione o alla tipologia di locale, le caratteristiche minime di REI che devono possedere le strutture.

### In sintesi

L'inserimento di un materiale isolante in lana di roccia all'interno di un elemento costruttivo, garantisce il raggiungimento di ottime prestazioni, non solo per le sue caratteristiche specifiche di isolamento termoacustico, ma anche per ragioni legate alla Resistenza al fuoco della struttura. Infatti in Paesi come la Germania per applicazioni particolari (es. il cappotto termico) è obbligatorio l'utilizzo di materiali incombustibili per le ottime caratteristiche di sicurezza in caso di incendio.

Il combustibile è l'ingrediente fondamentale per lo sviluppo dell'incendio; esso, secondo il proprio potenziale calorifico, fornisce un contributo essenziale. I prodotti o materiali da costruzione a ridotto potere calorifico superiore (PCS) permettono di limitare l'infiammabilità e la propagazione del fuoco. Gli isolanti in lana di roccia avendo un PCS pari a 1,25 MJ/kg, non contribuiscono allo sviluppo, né alla propagazione dell'incendio, tantomeno all'emissione di gas tossici. Risulta evidente dalla tabella sottostante che la lana di roccia, in quanto lana minerale, è tra i materiali edili con il più basso valore di potere calorifico.

Materiale	Potere calorifico MJ/kg
<b>Lana minerale</b>	<b>1,25</b>
<b>PVC rigido</b>	<b>15 - 21</b>
<b>Carta</b>	<b>17</b>
<b>Tessuti</b>	<b>17</b>
<b>Legno</b>	<b>17,5</b>
<b>Sughero</b>	<b>20</b>
<b>Poliuretano</b>	<b>23</b>
<b>Gomma</b>	<b>29</b>
<b>Fenoliche</b>	<b>26</b>
<b>Polistirene</b>	<b>32 - 42</b>
<b>Polietilene</b>	<b>34 - 46</b>
<b>Bitume</b>	<b>40</b>

Per ulteriori e più dettagliati approfondimenti su questi argomenti consultare il Quaderno tecnico pubblicato insieme a Fivra "le lane minerali e la protezione dal fuoco" scaricabile dal sito [www.fivra.it](http://www.fivra.it)

# La certificazione CE e il rispetto per la salute

- > **Marchatura CE**
- > **Certificato EUCEB**
- > **L'etichettatura**

## Il marchio CE

I prodotti in lana di roccia Knauf Insulation possiedono la marcatura CE, pertanto sono conformi a quanto previsto dalla Direttiva 89/106/CE, recepita dal D.P.R. 246 del 21/04/93 ed alla norma armonizzata europea EN 13162 (Thermal insulation products - Factory made mineral wool - Specifications).

La marcatura CE (obbligatoria dal 13 maggio 2003) assicura che le caratteristiche dichiarate del prodotto sono determinate secondo metodi di prova unificati e che il produttore è sottoposto alla particolare procedura di attestazione di conformità prevista dalla relativa norma armonizzata.

Secondo quanto indicato nella Direttiva CE e dal D.P.R. citati, un Organismo Notificato (cioè scelto tra quelli omologati dai Ministeri Competenti dei Paesi della Comunità Europea) effettua una serie di prove e controlli:

- ispezione iniziale della Fabbrica, del processo produttivo, del Servizio Controllo Qualità
- prove di laboratorio sulle caratteristiche del materiale
- sorveglianza continua, attraverso ispezioni periodiche, del processo produttivo e delle caratteristiche dichiarate del materiale



La marcatura CE impone che le etichette apposte sulla confezione riportino, oltre alle indicazioni correnti (nome ed indirizzo del produttore - marchio identificativo del prodotto con relativo codice - dimensioni del prodotto - contenuto della confezione), altre precisazioni:

#### Caratteristiche generali

- MW (lana minerale)
- EN 13162 (norma di riferimento)
- Codice organismo di controllo e numero della certificazione di conformità
- Altre eventuali certificazioni per impieghi particolari

#### Caratteristiche specifiche

- $\lambda_D$  (Conduktività termica dichiarata)
- $R_D$  (Resistenza termica dichiarata)
- EUROCLASSE (Reazione al fuoco)
- Spessore nominale
- Codice di rintracciabilità

#### Codici di designazione

Le norme EN 13162 hanno inoltre definito dei codici di designazione, ovvero dei simboli che vengono riportati sull'etichetta CE, che indicano le caratteristiche complementari inerenti all'applicazione prevista.

Codice di designazione	Descrizione	Unità di Misura
<b>MU</b>	<b>Resistenza al passaggio del vapore acqueo</b>	$\mu$
<b>WS</b>	<b>Assorbimento d'acqua a breve termine</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
<b>WL(P)</b>	<b>Assorbimento d'acqua a lungo termine</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
<b>CP</b>	<b>Livello di compressibilità</b>	<b>mm</b>
<b>DS(TH)</b>	<b>Stabilità dimensionale in specifiche condizioni di temperatura e umidità [prova per 48 ore a (70±2)°C e (90±5)%UR]</b>	<b>%</b>
<b>AF</b>	<b>Resistenza al passaggio d'aria</b>	<b>kPa · s/m<sup>2</sup></b>
<b>CS(10)</b>	<b>Resistenza a compressione con schiacciamento del 10%</b>	<b>kPa</b>
<b>TR</b>	<b>Resistenza a trazione perpendicolare alle facce (nel senso dello spessore)</b>	<b>kPa</b>
<b>SD</b>	<b>Livello di rigidità dinamica</b>	<b>MN/m<sup>3</sup></b>
<b>PL (5)</b>	<b>Resistenza al carico puntuale</b>	<b>N</b>
<b>T</b>	<b>Classe tolleranza di spessore</b>	<b>%</b>



Per certificare la classificazione "Non Cancerogeno" Knauf Insulation si avvale del Certificato EUCEB (European Certification Board for Mineral Wool Products) nel rispetto dei requisiti della suddetta NOTA Q.

## Salute - Certificato EUCEB

(nota Q)

Il Centro Internazionale di Ricerca sul Cancro IARC (organismo dipendente dall'Organizzazione Mondiale della Sanità) ha classificato le lane minerali come elemento **non cancerogeno**.

Le ricerche effettuate hanno individuato la proprietà chiave che consente di discriminare la pericolosità di una fibra minerale: la biopersistenza, cioè la capacità di rimanere per lungo tempo nel corpo umano e quindi potenzialmente provocare danni. Questo studio classifica le lane minerali più comuni, cioè la lana di vetro e di roccia, nel Gruppo 3, comprendente sostanze non cancerogene per l'uomo; infatti nello stesso gruppo è presente una bevanda diffusa in tutto il mondo come il tè.

La Direttiva della Commissione Europea 97/69/CE del 5 dicembre 1997 introduce espressamente per le Lane Minerali la "nota Q".

Essa stabilisce la non applicabilità di alcuna classificazione di pericolosità se è provato (attraverso documento di laboratorio internazionale accreditato indipendente) che la sostanza in questione rispetta almeno una delle quattro condizioni previste dalla legge stessa.





## Il marchio TERVOL

Sono ormai passati quattro anni da quando Knauf Insulation ha portato a termine l'acquisizione di Heraklith, storica azienda austriaca conosciuta sul mercato italiano per i prodotti in legno-magnesite e per la ricca gamma di articoli in lana di roccia distribuiti con il nome commerciale TERVOL.

TERVOL è sempre stato sinonimo di qualità, competenza e professionalità; negli anni gli impianti produttivi si sono specializzati e i distributori italiani hanno lavorato per diffondere il prodotto, svilupparne le applicazioni e creare le basi affinché la lana di roccia avesse un ruolo da protagonista nel mercato edile ed industriale.

Oggi Knauf Insulation ha la responsabilità di proseguire e sviluppare quanto fatto finora; integrando nella propria gamma i prodotti TERVOL al fine di completare un'offerta unica in Europa, che già comprende il polistirene estruso e la lana di vetro con Ecosse Technology.

Il prossimo passo prevede la sostituzione del marchio TERVOL con un brand più affine all'identità del Gruppo.

Fabio Staffolani  
Managing Director

«Se intendiamo l'involucro come "pelle" dell'edificio che protegge l'interno dagli agenti atmosferici ma che allo stesso tempo ne sfrutta in modo funzionale la potenza, allora possiamo pensare alla creazione di uno spazio protetto controllabile. In questo caso le condizioni ambientali esterne diventano una risorsa e non una forza contro cui lottare, mentre l'involucro una "pelle reattiva" che migliora il benessere interno ed evoca molte possibilità di cambiamento»

Thomas Herzog

Tratto da intervista di M. Perriccioli e M. Rossi (Roma 2005)

## Coperture





## Coperture

### A. Isolamento tetto a falda ventilata con struttura in legno

La tipologia strutturale in legno è molto utilizzata soprattutto quando è necessario recuperare un sottotetto ad uso abitativo, poiché il carico incidente sulla struttura dell'edificio preesistente viene notevolmente ridotto.

Un altro aspetto molto importante da valutare in una copertura è la possibilità di prevedere la ventilazione al di sotto del manto di tegole.

Questa tipologia costruttiva come rappresentata nell'immagine in alto a lato è isolata termicamente con un pannello in lana di roccia ad alta densità (densità media 155 kg/m<sup>3</sup>) TERVOL DDP.

Questo tipo di pannello è in grado di sopportare direttamente il carico trasmesso dai listelli di supporto tegole, poiché la sua Resistenza al carico puntale è di 500 N e la Resistenza alla compressione al 10% di schiacciamento è pari o superiore a 70 KPa (per spessori tra 60 e 140 mm, vedere scheda tecnica in appendice).

I listelli sono posizionati direttamente sul pannello in lana di roccia DDP e dovranno essere ancorati alla struttura primaria in legno, per assicurare un corretto fissaggio ed evitare eventuali delocalizzazioni dell'orditura.

L'orditura è doppia posizionata in modo da creare una ventilazione sotto il manto di tegole.

Sull'assito piano in legno è apposta una guaina protettiva impermeabile,

in grado di non trasferire eventuali infiltrazioni d'acqua alle strutture sottostanti il tetto; così come un telo di tenuta all'acqua è posto al di sopra del pannello prima della listellatura e delle tegole, sempre con l'intento di evitare infiltrazioni dovute alla rottura accidentale degli elementi di copertura.

Riassumendo, per un tetto di questo tipo le funzioni da tenere in considerazione sono le seguenti:

- Resistenza meccanica della struttura
- Deformazione sotto carico distribuito e puntuale della struttura e del pannello isolante
- Resistenza termica
- Protezione al fuoco
- Tenuta all'acqua
- Equilibrio igrometrico
- Ventilazione in clima estivo
- Inerzia termica

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL DDP** densità 155 kg/m<sup>3</sup>

**TERVOL DP10** densità 100 kg/m<sup>3</sup>



Copertura a falda ventilata in legno, formata da travi e struttura in assito continuo di legno, isolata con pannello in lana di roccia TERVOL DDP ad alta densità, su cui poggia direttamente una doppia listellatura a supporto tegole.

Tipologia alternativa di copertura in legno, molto utilizzata soprattutto quando è necessario recuperare un sottotetto già esistente. Infatti grazie alla possibilità di isolare dall'interno il solaio mansardato, con isolamento tra le travi, le operazioni di posa possono essere molto veloci e poco invasive. La finitura interna potrà essere in lastre di cartongesso, tavolato di legno o assi per perlinatura, all'esterno resta inalterata la ventilazione al di sotto del manto di tegole.

### La Trasmittanza termica periodica nei tetti in legno

I tetti in legno, essendo strutture leggere e contenute negli spessori, possono non raggiungere livelli di grande massa. A questo proposito la lana di roccia, grazie alla sua massa (una delle più considerevoli tra i materiali isolanti) permette di compensare il mancato peso della struttura con un buon comportamento termico estivo, questa è la ragione per la quale tetto in legno e lana di roccia sono un binomio molto efficiente. Per quanto riguarda la condizione climatica estiva il DPR 59/2009 introduce nuove indicazioni sui metodi di valutazione delle strutture opache, infatti in alternativa alla verifica del valore di massa superficiale ( $M_s \geq 230 \text{ Kg/m}^2$ ) per le pareti opache orizzontali ed inclinate è possibile verificare che il valore del modulo dalla Trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ ) sia inferiore a  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## Voce di capitolato

### Copertura in legno ventilata, con doppia listellatura

- ✓ Realizzazione della struttura portante della copertura con assito di legno.
- ✓ Posizionamento del telo impermeabile con freno al vapore, con sovrapposizione dei teli di almeno 10 cm.
- ✓ Posa di pannelli isolanti in lana di roccia TERVOL DDP marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia con dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  di 0,039 W/mK, espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore  $S$ [m] espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso in  $\text{m}^2\text{K/W}$  ed il valore è arrotondato a 0,05  $\text{m}^2\text{K/W}$  per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore  $\mu = 1$

L'assorbimento d'acqua nel lungo periodo  $WL(P)$ , secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore a 3  $\text{kg/m}^2$

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1

Resistenza a compressione con schiacciamento del 10% - CS(10)  
per spessori compresi tra 30 e 50 mm  $\geq 50 \text{ kPa}$   
per spessori compresi tra 60 e 140 mm  $\geq 70 \text{ kPa}$  secondo EN 826

Resistenza a trazione perpendicolare alle facce (nel senso dello spessore)  
per spessori compresi tra 30 e 50 mm  $\geq 7,5 \text{ kPa}$   
per spessori compresi tra 60 e 140 mm  $\geq 10 \text{ kPa}$  secondo EN 1607

Resistenza al carico puntuale PL (5) = 500 N secondo EN 12430

- ✓ Posizionamento di telo di tenuta all'acqua sopra la listellatura, con sovrapposizione dei teli di almeno 10 cm.
- ✓ Fissaggio della listellatura perpendicolare alla linea di gronda direttamente sul pannello isolante, i listelli con sezione 5x5 cm avranno fissaggio idoneo con aggrappaggio all'assito di legno sottostante, la distanza dei listelli è da valutare in base al carico proprio della struttura e alle azioni di carico esterne (quali neve e vento, vedi Nuove norme tecniche di costruzione – 1 luglio 2009).
- ✓ Applicazione di listelli in legno per supporto tegole con sezione 4x4 cm, con disposizione parallela alla linea di gronda e con passo correlato alla tegola in copertura.

## Acustica nelle coperture

L'isolamento acustico di un ambiente sottotetto dipende dal potere fonoisolante dei singoli componenti della struttura di chiusura e dal tempo di riverbero complessivo che si verifica al suo interno.

Lo studio della trasmissione dei rumori di tipo aereo attraverso gli elementi di chiusura, è uno degli aspetti meno prevedibili poiché le leggi fisiche della trasmissione delle vibrazioni all'interno delle intercapedini non è riconducibile ad una semplice formula; inoltre pur utilizzando sistemi semplificati di riferimento, essi portano a risultati e ipotesi fortemente influenzabili dai dettagli di realizzazione della chiusura stessa.

È bene ricordare che nel Decreto sull'acustica ad oggi vigente non vi è una precisa indicazione sull'isolamento acustico per copertura, infatti il riferimento generico è l'isolamento di facciata, considerando il tetto una facciata obliqua o piana dei sottotetti abitabili. La lana di roccia inserita nella copertura svolge un'azione di attenuazione acustica grazie al principio della massa-molla-massa, riducendo l'intensità del suono passante. Inoltre ogni qualvolta l'onda sonora attraversa strutture costituite da strati di materiale differente, smorza la sua potenza.

Questo fenomeno è frequente nelle coperture, poiché la stratigrafia di un tetto è pluricomposta e l'inserimento di piani, che si susseguono, con differenti caratteristiche, migliora la prestazioni complessive di fonoisolamento.

Zona climatica      A      B      C      D      E      F      +      +      +

Valori limite      0,38    0,38    0,38    0,32    0,30    0,29    0,28    0,27    0,26

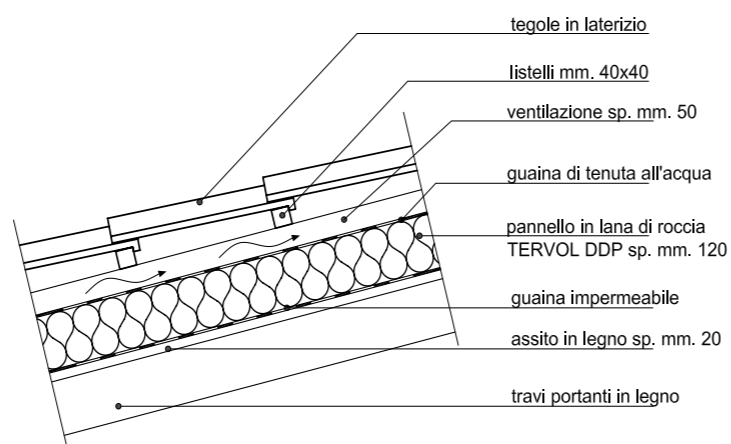
Trasmittanza termica delle coperture U (W/m<sup>2</sup>K) dal 1° Gen 2010

**Y<sub>ie</sub>** Trasmittanza termica periodica (W/m<sup>2</sup>K)

**A B C D E F**

[0,29] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Copertura ventilata con assito in legno e doppia listellatura, pannello isolante sotto carico

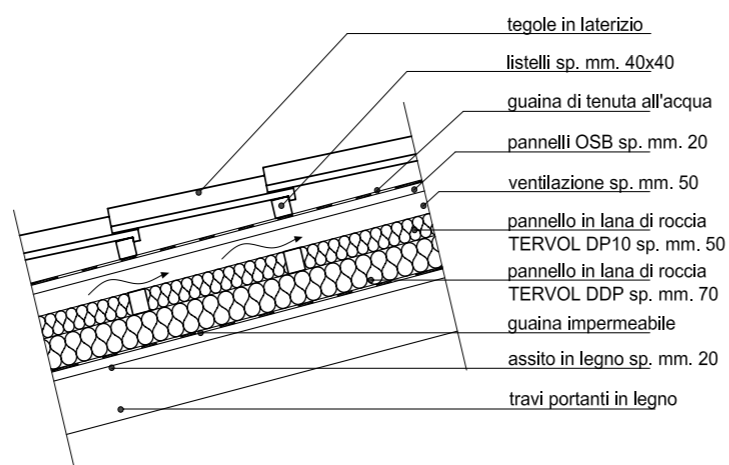


**A B C D E F +**

[0,28] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Copertura ventilata con assito in legno con listellatura e pannello OSB, pannello isolante doppio, un elemento non portante e uno sottoposto a carico

**Y<sub>ie</sub>** 0,18 W/m<sup>2</sup>K



Zona climatica      A      B      C      D      E      F      +      +      +

Valori limite      0,38    0,38    0,38    0,32    0,30    0,29    0,28    0,27    0,26

Trasmittanza termica delle coperture U (W/m<sup>2</sup>K) dal 1° Gen 2010

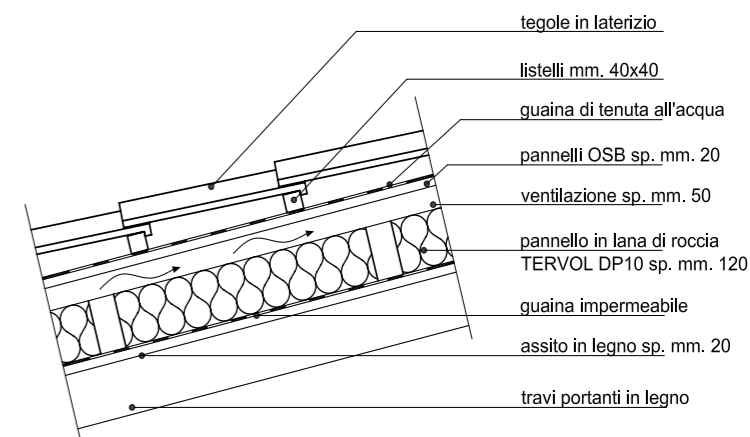
**Y<sub>ie</sub>** Trasmittanza termica periodica (W/m<sup>2</sup>K)

**A B C D E F + +**

[0,27] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Copertura ventilata con assito in legno con listellatura e pannello OSB, pannello isolante non portante

**Y<sub>ie</sub>** 0,18 W/m<sup>2</sup>K

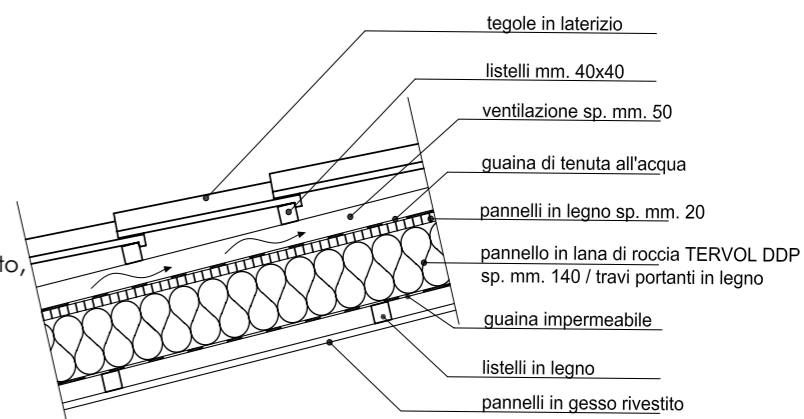


**A B C D E F + + +**

[0,26] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Copertura ventilata con assito in legno, listellatura e rivestimento interno in gesso rivestito, pannello isolante non portante

**Y<sub>ie</sub>** 0,17 W/m<sup>2</sup>K



Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.

Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.

## La ventilazione

### Vantaggi

- Miglioramento dell'equilibrio igrotermico della copertura
- Smaltimento di calore dovuto al forte irraggiamento estivo
- Smaltimento degli accumuli di vapore acqueo negli strati sottostanti la copertura

### Valutazioni

Il meccanismo della ventilazione viene alterato quando vi siano interruzioni o strozzature nell'intercapedine lungo il canale ventilante.

Il buon funzionamento della ventilazione dipende anche dalle dimensioni dell'intercapedine e dalla velocità dell'aria; il movimento dell'aria si innesca più facilmente in estate.

In inverno il tiraggio naturale dell'aria in intercapedine si può attribuire ad una spinta cinetica del vento, poiché l'irradiazione solare è molto ridotta e risulta difficile un moto causato dai gradienti di temperatura.

### Accorgimenti da considerare:

È opportuno valutare in fase di progetto un corretto dimensionamento della stratigrafia del tetto, al fine di predisporre una sezione ventilante compresa tra un minimo di 200 cm<sup>2</sup> al metro lineare fino a 700/800 cm<sup>2</sup>.

Si consiglia di posare quando possibile una doppia orditura di listelli per garantire sia una ventilazione vera e propria, sia una micro ventilazione sottotegola.

Valutare una sezione ventilante con l'ingresso dell'aria a gronda e uscita al colmo; evitando ostruzioni create a volte dai listelli di supporto paralleli alla linea di gronda; rispettare la sezione costante di ventilazione, avendo cura di rendere ben areato anche il colmo con accessori che agevolino la fuoriuscita dell'aria.

Valutare la pendenza della falda in relazione alla tipologia di edificio, alla sua ubicazione, tenendo presente che la pendenza favorisce l'effetto camino da gronda a colmo.

## La protezione al fuoco delle coperture in legno

Nella progettazione delle coperture così come per gli altri componenti dell'involucro edilizio è necessario già in fase di progetto considerare la protezione all'incendio, evitando pericolose conseguenze.

Pertanto bisogna prendere in considerazione i seguenti fattori:

- riduzione delle cause scatenanti
- garanzia sulla stabilità delle strutture portanti
- limitazione alla propagazione dell'incendio all'interno dell'edificio e ad altri ambienti attigui
- valutazione delle vie di fuga per gli occupanti
- facilitazione agli interventi di soccorso da parte dei vigili del fuoco, che possano intervenire in condizioni di sicurezza.

A questo proposito l'impiego di materiali non combustibili nella composizione di una struttura come il tetto, determina una riduzione dell'entità di un incendio, sia come propagazione delle fiamme sia come prodotti derivanti dalla combustione, con conseguente minor rischio per gli occupanti e rapido intervento di soccorso.

L'importanza della reazione al fuoco non è trascurabile soprattutto per gli edifici con destinazioni d'uso civile, quali ospedali, alberghi, teatri, etc.

Progettare secondo i criteri di protezione al fuoco per tutti i tipi di edifici (con maggior riguardo per i locali ad alto affollamento), effettuare un'attenta scelta dei materiali e una posa rigorosa, sono tutte precauzioni in grado di assicurare una maggiore incolumità alle persone occupanti e alle squadre di pronto intervento. Inoltre una maggiore sensibilità a queste problematiche in fase iniziale di progetto consente di limitare e contenere a circoscritte porzioni di edificio i disastrosi danni da incendio.

È vivamente consigliata in questi casi una corretta coibentazione della canna fumaria e dell'assito in legno con la lana di roccia, isolante incombustibile, al fine di proteggere le strutture dell'intera abitazione, che potrebbero venir coinvolte.

## Coperture

### B. Isolamento Tetto a falda microventilata con struttura in latero-cemento

La tipologia strutturale in latero-cemento è molto diffusa, può essere di tipo microventilato con una sola listellatura a supporto tegole, parallela alla linea di gronda, oppure è possibile interporre una seconda orditura di listelli, perpendicolare alla linea di gronda al fine di consentire una vera e propria ventilazione.

Questa tipologia costruttiva come rappresentata nell'immagine a lato è: isolata termicamente con un pannello in lana di roccia ad alta densità (densità media 155 kg/m<sup>3</sup>) TERVOL DDP.

Questo tipo di pannello è in grado di sopportare direttamente il carico trasmesso dai listelli di supporto tegole, poiché la sua Resistenza al carico puntuale è di 500 N e la Resistenza alla compressione al 10% di schiacciamento è pari o superiore a 70 KPa (per spessori tra 60 e 140 mm, vedere scheda tecnica in appendice).

I listelli sono posizionati direttamente sul pannello in lana di roccia DDP e dovranno essere ancorati alla struttura primaria in latero-cemento, per assicurare un corretto fissaggio ed evitare eventuali delocalizzazioni dell'orditura.

Sotto la listellatura è apposta una guaina protettiva impermeabile con barriera al vapore, in grado di non trasferire eventuali infiltrazioni d'acqua alle strutture sottostanti il tetto, evitando la formazione di eventuale condensa.

Per quanto riguarda la protezione al fuoco, gli accorgimenti e le considerazioni sono le stesse esposte per la copertura in legno.

In caso di tetti in legno è opportuno valutare e dimensionare i pannelli isolanti al fine di garantire una buona inerzia termica delle strutture, assicurando una corretta performance d'isolamento anche in estate, nel rispetto della normativa sul risparmio energetico (vedi cap. Risparmio energetico).

Pertanto riassumendo per un tetto di questo tipo le funzioni da tenere in considerazione sono le seguenti:

- Resistenza meccanica della struttura
- Deformazione sotto carico distribuito e puntuale della struttura e del pannello isolante
- Resistenza termica
- Protezione al fuoco
- Tenuta all'acqua
- Equilibrio igrometrico
- Inerzia termica

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL DDP** densità 155 kg/m<sup>3</sup>

**TERVOL DP10** densità 100 kg/m<sup>3</sup>



Copertura a falda formata da struttura in latero-cemento isolata con pannello in lana di roccia TERVOL DDP, ad alta densità, su cui poggia direttamente una listellatura a supporto tegole.

## Voce di capitolato

### Copertura a falda microventilata con struttura in latero-cemento

- ✓ Realizzazione della struttura portante in latero-cemento, provvedendo alla planarità e all'omogeneità del fondo finale di appoggio.
- ✓ Posa di pannelli isolanti in lana di roccia TERVOL DDP marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia con dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  di 0,039 W/mK, espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore  $S[m]$  espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso in  $m^2K/W$  ed il valore è arrotondato a 0,05  $m^2K/W$  per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore del pannello  $\mu = 1$

L'assorbimento d'acqua nel lungo periodo  $WL(P)$ , secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore a 3  $kg/m^2$

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1

Resistenza a compressione con schiacciamento del 10% - CS(10)  
per spessori compresi tra 30 e 50 mm  $\geq 50$  kPa  
per spessori compresi tra 60 e 140 mm  $\geq 70$  kPa secondo EN 826

Resistenza a trazione perpendicolare alle facce (nel senso dello spessore)  
per spessori compresi tra 30 e 50 mm  $\geq 7,5$  kPa  
per spessori compresi tra 60 e 140 mm  $\geq 10$  kPa secondo EN 1607

Resistenza al carico puntuale PL (5) = 500 N secondo EN 12430

- ✓ Posizionamento di telo di tenuta all'acqua sopra i pannelli, con sovrapposizione dei teli di almeno 10 cm e fissaggio meccanico.
- ✓ Applicazione di listelli in legno per supporto tegole con sezione 4x4 cm, con disposizione parallela alla linea di gronda e con passo correlato alla tegola in copertura.

Zona climatica      A      B      C      D      E      F      +      +      +

Valori limite      0,38      0,38      0,38      0,32      0,30      0,29      0,28      0,27      0,26

Trasmittanza termica delle coperture U ( $W/m^2K$ ) dal 1° Gen 2010

$\varphi$  Fattore di sfasamento dell'onda termica [h]

$f_a$  Fattore di attenuazione del flusso termico

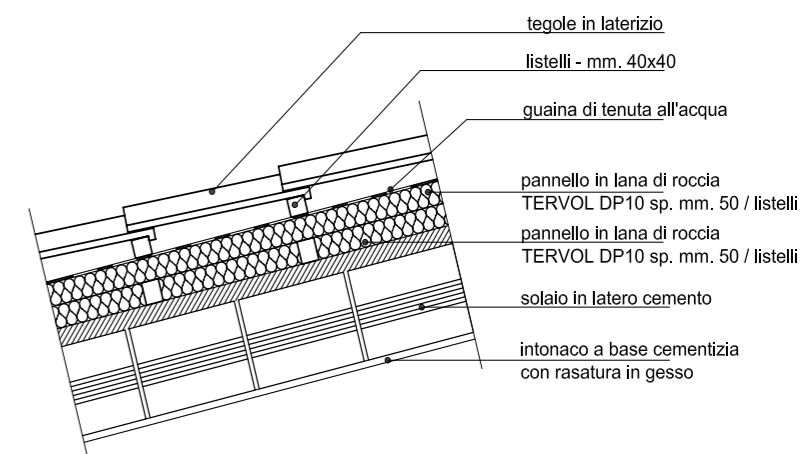
A B C D E F

[0,29] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Copertura microventilata con struttura in latero-cemento, pannello isolante doppio non portante

$\varphi$  9 h

$f_a$  0,19



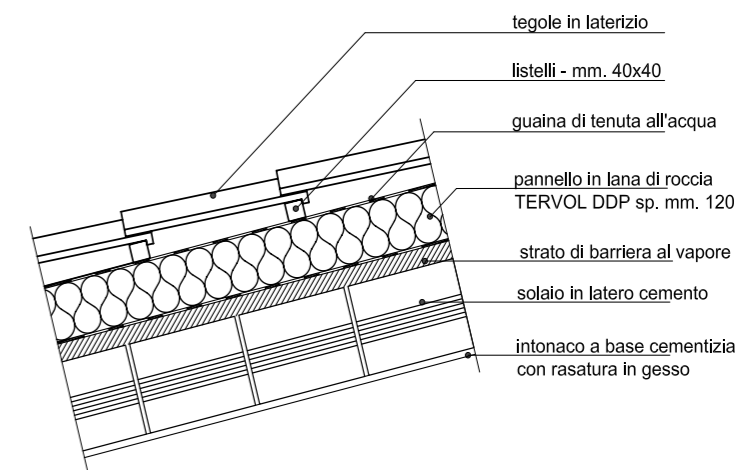
A B C D E F +

[0,28] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Copertura microventilata con struttura in latero-cemento, pannello isolante portante

$\varphi$  10 h

$f_a$  0,17



Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.

## Coperture

### C. Isolamento Tetto piano con solaio in latero-cemento

Questa tipologia strutturale in latero-cemento è una copertura piana, isolata con un pannello in lana di roccia ad alta densità, resistente meccanicamente in quanto posizionato direttamente sul solaio portante, pedonabile ai fini di manutenzione.

Questa tipologia costruttiva come rappresentata nell'immagine a lato è isolata termicamente con un pannello in lana di roccia ad alta densità (densità media 155 kg/m<sup>3</sup>) TERVOL DDP.

Questo tipo di pannello ha una sua Resistenza al carico puntuale di 500 N, la Resistenza alla compressione al 10% di schiacciamento è pari o superiore a 70 KPa (per spessori tra 60 e 140 mm, vedere scheda tecnica in appendice).

Per quanto riguarda la protezione al fuoco, gli accorgimenti e le considerazioni sono le stesse esposte per le coperture descritte precedentemente.

Pertanto per un tetto di questo tipo le funzioni da tenere in considerazione sono le seguenti:

- Resistenza meccanica della struttura
- Deformazione sotto carico distribuito e puntuale della struttura e del pannello isolante
- Resistenza termica
- Protezione al fuoco
- Tenuta all'acqua
- Equilibrio igrometrico
- Inerzia termica

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL DDP** densità 155 kg/m<sup>3</sup>



Copertura piana formata da struttura in latero-cemento, isolata con pannello in lana di roccia TERVOL DDP, ad alta densità, impermeabilizzata esternamente con sovrapposizione di membrana bituminosa e strato finale con rivestimento di tipo minerale.

## Voce di capitolato

### Copertura piana con solaio in latero-cemento

- ✓ Realizzazione della struttura portante piana in latero-cemento, provvedendo alla creazione di massetto con opportuna pendenza (2% minimo) per evitare ristagni d'acqua.
- ✓ Posizionamento di strato di barriera al vapore, con giunture ben sovrapposte e sigillate con nastro adesivo.
- ✓ Posizione di pannelli isolanti in lana di roccia TERVOL DDP, da dimensionare in base al carico proprio della struttura e alle azioni di carico esterne, con supporto di calcoli di progetto.

I pannelli TERVOL DDP sono marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

- Pannello isolante in lana di roccia con dimensioni 600 x 1000 mm
- Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  di 0,039 W/mK, espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto
- Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore  $S$ [m] espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso in  $m^2K/W$  ed il valore è arrotondato a 0,05  $m^2K/W$  per difetto
- Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore del pannello  $\mu = 1$
- L'assorbimento d'acqua nel lungo periodo  $WL(P)$ , secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore a 3  $kg/m^2$
- Calore specifico: 1030 J/kgK
- Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1
- Resistenza a compressione con schiacciamento del 10% - CS(10) per spessori compresi tra 30 e 50 mm  $\geq 50$  kPa per spessori compresi tra 60 e 140 mm  $\geq 70$  kPa secondo EN 826
- Resistenza a trazione perpendicolare alle facce (nel senso dello spessore) per spessori compresi tra 30 e 50 mm  $\geq 7,5$  kPa per spessori compresi tra 60 e 140 mm  $\geq 10$  kPa secondo EN 1607
- Resistenza al carico puntuale  $PL(5) = 500$  N secondo EN 12430

- ✓ Posizionamento, al di sopra dei pannelli isolanti, di elemento di tenuta, prevedendone adeguate e opportune caratteristiche, con particolare attenzione alla Resistenza a carico di rottura, allungamento a rottura, punzonamento statico e dinamico.
- ✓ È indicato in questo caso un primo strato impermeabilizzante con membrana bituminosa, incollata in perfetta aderenza ai pannelli isolanti sottostanti, con ampi risvolti sui muretti perimetrali.
- ✓ Il fissaggio meccanico deve essere valutato in fase progettuale, in base alle esigenze climatiche del luogo, come carico vento e dei pesi permanenti e variabili previsti.
- ✓ Posizionamento di un secondo strato di impermeabilizzazione finale ultraprotettivo, composto da granuli o rivestimento minerale o similmente resistente, prestando sempre particolare attenzione ai risvolti verticali lungo i muretti perimetrali.

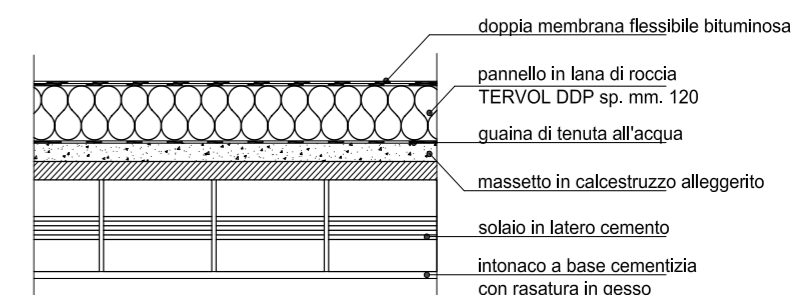
Zona climatica	A	B	C	D	E	F	+	+	+
Valori limite	0,38	0,38	0,38	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26

Trasmittanza termica delle coperture U (W/m<sup>2</sup>K) dal 1° Gen 2010

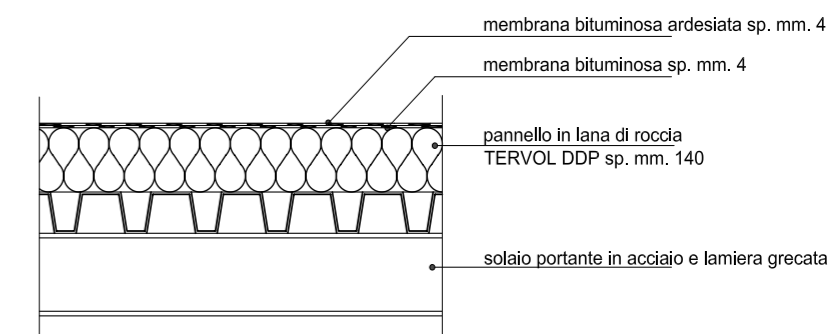
$\varphi$  Fattore di sfasamento dell'onda termica [h]  
 $f_a$  Fattore di attenuazione del flusso termico

A B C D E F +  
**[0,28]** <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
 Copertura piana con struttura in latero-cemento, pannello isolante sotto carico e guaina bituminosa

$\varphi$  11 h  
 $f_a$  0,11



A B C D E F ++  
**[0,27]** <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
 Copertura piana con struttura in acciaio o lamiera grecata, pannello isolante sotto carico e guaina bituminosa



Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.



«Trovo  
interessante  
pensare  
al modo in cui  
**un  
edificio**  
è rivestito,  
coperto da  
un filtro che  
diventa un  
moderatore  
climatico tra  
l'interno e  
l'esterno»

Mario Cucinella

## Pareti perimetrali



## Pareti perimetrali

### A. Pareti doppie con isolamento in intercapedine

La muratura a parete doppia con intercapedine è una tipologia costruttiva molto diffusa; l'intercapedine è lo spazio riservato al contenimento dell'isolante, che andrà dimensionato nel rispetto delle esigenze specifiche dell'edificio in costruzione, valutando i valori di Trasmittanza termica della parete e le proprietà acustiche, qualora fosse necessario anche un isolamento dai rumori aerei.

Nelle fasi di progettazione è opportuno accertare la correzione dei ponti termici, controllando la posa del materiale isolante in corrispondenza delle intersezioni dei diversi componenti strutturali, come pilastri e travi ove presenti, al fine di predisporre una soluzione isolante continua.

Oltre che un'ottima protezione dal freddo e dai rumori, la massa del pannello isolante in lana di roccia è tale da generare un meccanismo di attenuazione e sfasamento termico, utile al corretto comportamento termodinamico della parete, soprattutto in fase estiva, evitando il surriscaldamento dei locali interni e portando ad un notevolissimo risparmio energetico sul condizionamento dell'aria.

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL DP7** densità 70 kg/m<sup>3</sup>

**TERVOL DP7 K** (con carta Kraft)

**TERVOL DP8** densità 80 kg/m<sup>3</sup>

**TERVOL DP8 Alur** (con rivestimento in Alluminio retinato – PE)



Parete perimetrale in mattoni forati leggeri 12+8 cm, isolata in intercapedine con pannello in lana di roccia TERVOL DP7 K, rivestito con carta Kraft.



Parete perimetrale in blocco di laterizio alleggerito 25 cm e mattone forato di 8 cm, isolata in intercapedine con pannello in lana di roccia TERVOL DP8 Alur, rivestito con Alluminio retinato – PE.

## Voce di capitolato

Parete perimetrale doppia con isolamento in intercapedine

- ✓ Realizzazione di struttura esterna portante in laterizio forato, o blocco alleggerito (tipo Poroton) o blocco in calcestruzzo.
- ✓ Applicazione di intonaco sul lato esterno della parete e rinzafo sul lato interno.
- ✓ Posa in intercapedine di pannelli isolanti in lana di roccia TERVOL, con lato rivestito in carta Kraft o Alluminio, se presente, rivolto verso l'ambiente riscaldato.

I pannelli in lana di roccia TERVOL DP7 o DP8 sono marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  di 0,035 W/mK, espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore S[m] espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso con m<sup>2</sup>K/W e il valore è arrotondato a 0,05 m<sup>2</sup>K/W per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore della barriera al vapore  $\mu = 3000$  per carta Kraft;  $\mu = 9000$  per Alluminio retinato PE

L'assorbimento d'acqua nel breve periodo WS, secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore a 1 kg/m<sup>2</sup>

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1 per pannello nudo, Euroclasse F per pannello con carta Kraft, Euroclasse A1 per pannello con Alluminio retinato - PE

- ✓ Proseguire con la finitura della struttura sigillando accuratamente i giunti orizzontali e verticali dei pannelli con nastro, così da avere continuità della barriera al vapore, carta Kraft o Alluminio.
- ✓ Realizzare la parete interna con mattoni in laterizio forato, o blocco alleggerito (tipo Poroton) o blocco in calcestruzzo, avendo cura di sigillare le fughe orizzontali e verticali tra mattone e mattone.
- ✓ Applicare l'intonaco interno per ultimare la parete.

## Prestazione igrotermica dell'edificio

Uno degli aspetti importanti da considerare in materia di salubrità degli ambienti è il controllo dei fenomeni di condensazione interstiziale e condensazione superficiale, affinché non si manifestino conseguenze negative sulla prestazione termica, sulla durabilità e sulle performance dei componenti delle strutture edilizie.

### Condensa superficiale

Si ha formazione di condensa su una superficie di una struttura, che separa interno ed esterno di un ambiente, quando la temperatura superficiale scende al di sotto della temperatura di rugiada; questo fenomeno dipende dalla temperatura e dall'umidità relativa degli ambienti e della superficie stessa, inoltre in base alle sue caratteristiche di assorbire le molecole d'acqua diventa più o meno evidente.

### Condensa interstiziale

Si ha condensazione interstiziale in una struttura posta a separazione di due ambienti, quando il vapor d'acqua che la attraversa condensa all'interno di uno strato o sull'interfaccia del componente stesso, a causa di differenza di pressione e di differenza di temperatura fra ambiente interno e esterno che la struttura stessa separa; i sistemi di regolazione di tali fenomeni riguardano le resistenze termiche e le permeabilità al vapore di ciascuno strato.

Gli eventi condensativi si verificano maggiormente in corrispondenza di ponti termici e per quanto riguarda la condensazione superficiale, quando è limitata o assente la circolazione e il ricambio d'aria.

Un metodo di valutazione della formazione di condensa interstiziale è il diagramma di Glaser (UNI EN ISO 13788: 2003 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia), che considera la diffusione del vapore acqueo (legge di Fick) a rischio di condensazione interstiziale quando la pressione parziale del vapore raggiunge quella di saturazione.

Dal grafico che ne risulta, è possibile verificare la condensazione, individuando il punto in cui la linea della pressione parziale è tangente a quella della pressione di saturazione. La norma suggerisce anche la verifica della quantità limite di condensa ammissibile alla fine del periodo di condensazione (ovvero la condensa formatasi durante il periodo invernale di riscaldamento dovrà essere evaporata entro il successivo ciclo invernale).

### Limitazione e controllo dei fenomeni condensativi

I metodi semplificati in quanto tali presentano dei limiti, poiché considerano il fenomeno fisico in regime stazionario per quel che riguarda lo scambio termico e la diffusione al vapore come unica tipologia di trasporto dell'umidità; in realtà si può verificare anche una trasmissione per capillarità e attraverso una superficie.

Per proteggere i componenti edilizi da questi fenomeni degenerativi occorre:

garantire una buona tenuta all'acqua delle strutture, evitando infiltrazioni

controllare il contenuto d'acqua in cantiere

utilizzare un materiale isolante che costituisca un freno al vapore grazie al rivestimento in carta Kraft o una barriera al vapore grazie al rivestimento in Alluminio (da valutare a seguito di opportune verifiche e calcoli)

Se si utilizza un freno o una barriera al vapore, è importante costituire uno strato continuo e i componenti della struttura dovranno risultare disposti secondo una Resistenza alla diffusione del vapore decrescente dall'interno verso l'esterno.

Zona climatica A B C D E F + + +

Valori limite 0,62 0,48 0,40 0,36 0,34 0,33 0,31 0,30 0,29

Trasmittanza termica delle strutture opache verticali U (W/m²K) dal 1° Gen 2010

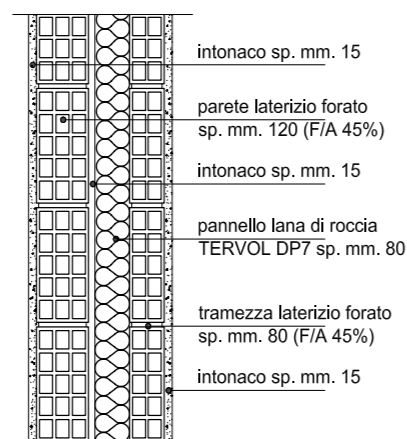
- $\varphi$  Fattore di sfasamento dell'onda termica [h]
- $f_a$  Fattore di attenuazione del flusso termico
- $R_w$  Fonoisolamento della stratigrafia

A B C D E F

[0,33] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Muratura laterizio 12+8 cm

- $\varphi$  10 h
- $f_a$  0,27
- $R_w$  53 dB

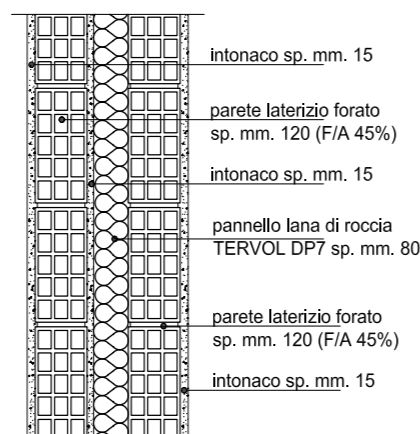
[Certificato Istituto Giordano N° 261428]



A B C D E F +

[0,31] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Muratura laterizio 12+12 cm

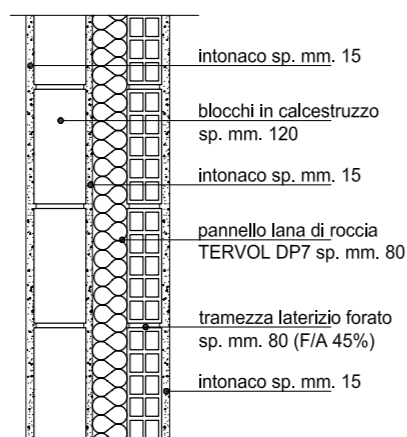
- $\varphi$  11 h
- $f_a$  0,20
- $R_w$  54 dB



A B C D E F +

[0,31] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Muratura calcestruzzo 12+8 cm

- $\varphi$  12 h
- $f_a$  0,18
- $R_w$  56 dB



Zona climatica A B C D E F + + +

Valori limite 0,62 0,48 0,40 0,36 0,34 0,33 0,31 0,30 0,29

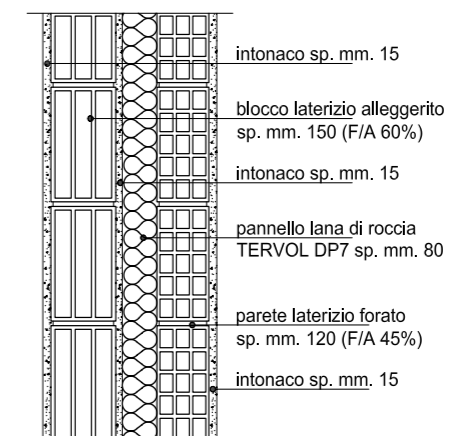
Trasmittanza termica delle strutture opache verticali U (W/m²K) dal 1° Gen 2010

- $\varphi$  Fattore di sfasamento dell'onda termica [h]
- $f_a$  Fattore di attenuazione del flusso termico
- $R_w$  Fonoisolamento della stratigrafia

A B C D E F +

[0,31] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Muratura laterizio 15+12 cm

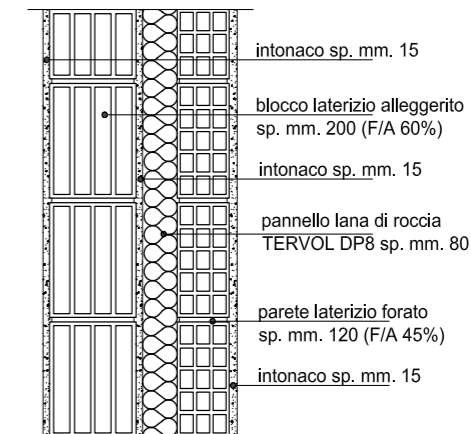
- $\varphi$  14 h
- $f_a$  0,11
- $R_w$  55 dB



A B C D E F + +

[0,30] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Muratura laterizio 20+12

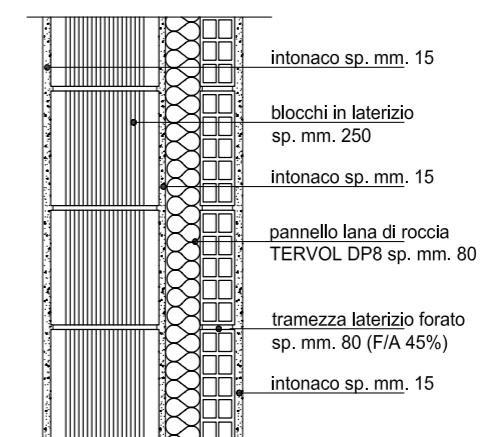
- $\varphi$  15 h
- $f_a$  0,07
- $R_w$  57 dB



A B C D E F + + +

[0,29] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Muratura laterizio 25+8

- $\varphi$  15 h
- $f_a$  0,07
- $R_w$  57 dB



Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.

Nota 2. I valori acustici, se non specificato, si riferiscono ad una stima teorica da calcolo previsionale.

Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.

Nota 2. I valori acustici, se non specificato, si riferiscono ad una stima teorica da calcolo previsionale.

## Pareti perimetrali

### B. Pareti con isolamento a cappotto

Una particolare categoria di sistema di isolamento esterno è quella che realizza, insieme alla finitura dell'edificio, un efficace ed integrale isolamento termico.

A questa categoria appartengono il rivestimento a cappotto esterno e la facciata ventilata. L'impiego di questi sistemi:

- elimina il problema dei ponti termici
- protegge le pareti perimetrali
- riduce lo shock termico a cui esse sono sottoposte
- contribuisce allo sfasamento e smorzamento dell'onda termica
- riduce o elimina il fenomeno della condensa della muratura

### Il rivestimento a cappotto

È un sistema di facile manutenibilità ed è particolarmente adatto negli interventi di recupero e di miglioramento delle condizioni termiche di edifici esistenti.

Uno dei materiali più adatti all'applicazione a cappotto è proprio la lana di roccia, poiché il materiale, essendo applicato dal lato esterno, deve avere necessariamente le seguenti caratteristiche:

- inalterabile nel tempo e resistente
- permeabile al vapore
- non infiammabile
- non idrofilo

### In sintesi

Si prevede uno strato d'isolamento continuo, posato a contatto con la parete esterna. I pannelli isolanti in lana di roccia TERVOL FP-PT (densità 135 kg/m<sup>3</sup>) vengono fissati alla parete, preventivamente pulita e livellata.

I pannelli sono applicati con collante e fissaggi meccanici, specifici per cappotto.

Il rivestimento esterno è composto da uno strato d'intonaco cementizio, armato con rete in fibra di vetro.

La finitura ultima è costituita da una stesura d'intonaco plastico.

Particolare cura andrà posta agli spigoli, ai vani d'apertura e alla fascia perimetrale a terra.

Tutti i componenti del sistema a cappotto devono rispondere per qualità, caratteristiche e compatibilità, all'esigenza di garantire prestazioni, stabilità e durata nel tempo. La posa in opera richiede cura e attenzione, perchè svolge un ruolo fondamentale.

### Prodotti consigliati:

**TERVOL FP-PT** densità 135 kg/m<sup>3</sup>



Parete perimetrale con struttura muraria in blocchi alleggeriti, isolata con pannello in lana di roccia TERVOL FP-PT, con sistema a cappotto.

**Voce di capitolato per pannello isolante in parete con isolamento a cappotto**

I pannelli TERVOL FP-PT sono marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  di 0,039 W/mK, espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore S[m] espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso con  $m^2K/W$  e il valore è arrotondato a 0,05  $m^2K/W$  per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore  $\mu = 1$

L'assorbimento d'acqua nel breve periodo WS, secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore ad 1 kg/m<sup>2</sup>

Resistenza a trazione perpendicolare alle facce (nel senso dello spessore)  $TR \geq 15$  kPa

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1

## Voce di posa in dettaglio

### Pareti con isolamento a cappotto

- ✓ il sistema a cappotto deve essere studiato come soddisfacente sia dal punto di vista termico che della permeabilità al vapore
- ✓ il sistema deve rispettare eventuali prescrizioni antincendio
- ✓ il progetto deve essere conforme ai regolamenti edilizi vigenti
- ✓ è importante conoscere le caratteristiche climatiche del luogo di costruzione, come la ventosità e la potenza della spinta, per poter adeguare lo schema di fissaggio
- ✓ è importante valutare in fase di progetto, la presenza in facciata di elementi come ringhiere, balconi, finestre, persiane, in modo che i raccordi in fase esecutiva vengano eseguiti in modo da evitare ponti termici
- ✓ tutti gli elementi presenti in facciata e i raccordi devono garantire la tenuta all'acqua nel tempo

### La posa dei pannelli

I pannelli devono essere incollati a giunti completamente accostati, sfalsati in senso verticale di almeno 25/30 cm, con schema di posa dal basso verso l'alto.

I pannelli allineati non devono presentare fughe, che in ogni caso devono essere idoneamente colmate con strisce di pannello di lana di roccia.

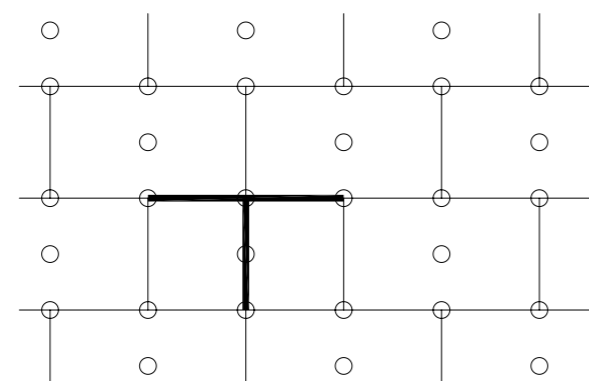
### Il numero dei tasselli

L'altezza dell'edificio e l'orientamento influiscono sulla quantità dei tasselli da impiegare, in base al carico del vento della zona, viene indicata la dimensione delle fasce perimetrali su cui bisogna prestare maggiore sicurezza, aumentando il numero dei tasselli.

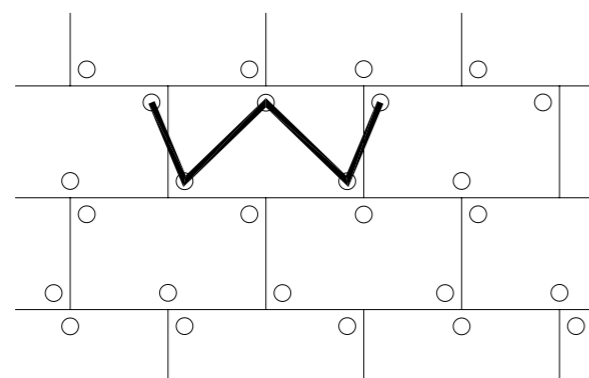
Per la superficie non perimetrale della facciata, i tasselli previsti sono almeno 4-6 /m<sup>2</sup>; per i perimetrali dipende dal carico vento della zona (vedi D.M. 14/01/08), dalla topografia al contorno (categoria I – edifici isolati; categoria II – edifici in contesti urbani aperti; categoria III – edifici in contesti urbani protetti dal vento) e dall'altezza dell'edificio.

## Dettagli esecutivi

### Schema di tassellatura



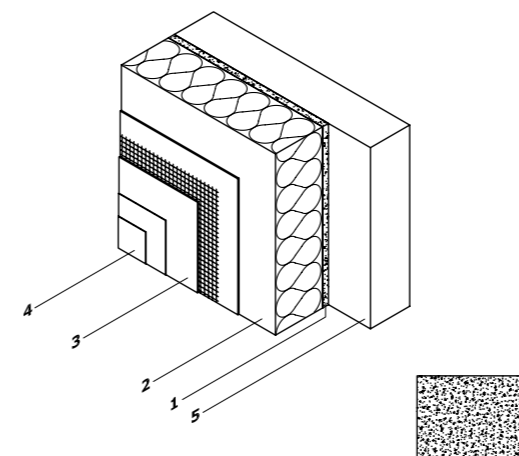
**Schema a T**  
Un tassello è posto al centro di ogni pannello ed un altro all'incrocio dei giunti



**Schema a W**  
Ogni pannello è fissato con 3 tasselli

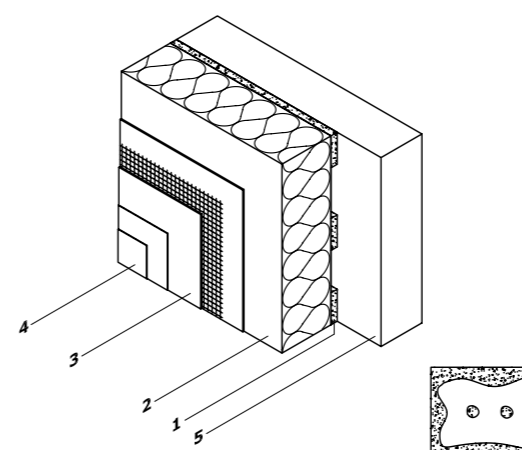
## Costituzione del sistema

### Incollaggio con metodo a tutta superficie



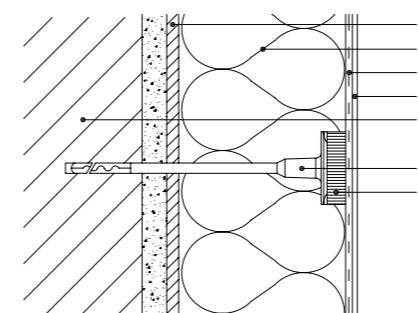
- 1\_ collante
- 2\_ pannello isolante
- 3\_ rasatura con rete d'armatura
- 4\_ rivestimento con eventuale fissativo (primer)
- 5\_ muratura

### Incollaggio con metodo a cordolo perimetrale e a punti



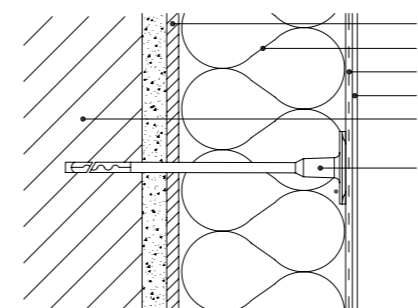
## Tassellatura del sistema

### Tasselli con rondella



- 1\_ collante
- 2\_ pannello isolante
- 3\_ rasatura con rete d'armatura
- 4\_ rivestimento con eventuale fissativo (primer)
- 5\_ muratura
- 6\_ tasselli del sistema
- 7\_ rondelle (opzionale)

### Tasselli senza rondella



### La rasatura

È opportuno prevedere uno strato d'intonaco di compensazione in fase preliminare, per compensare e per correggere le irregolarità dei pannelli in lana di roccia. Dopo che lo strato di compensazione è asciugato, è possibile procedere alla stesura dell'intonaco di sottofondo.

### Rete d'armatura

In corrispondenza di angoli di finestre e di porte è opportuno disporre fasce di armatura diagonale, annegate nell'intonaco e fissate ai pannelli isolanti. Gli angoli e gli spigoli dovranno prevedere l'impiego di profili di rinforzo. La rete di armatura sulla facciata va applicata con fasce intere, dall'alto verso il basso, i giunti della rete devono prevedere una sovrapposizione di almeno 10 cm. La rete va annegata, evitando pieghe ed eventualmente può essere ricoperta con un secondo passaggio di rasatura. Lo spessore della rasatura con isolamento in lana di roccia è mediamente di 7 mm, ma dipende sempre dalle tipologie di rasanti utilizzate.

### Rivestimento

Solo dopo l'essiccamento è possibile applicare il rivestimento, poiché se il rasante non fosse ancora del tutto asciutto si potrebbero verificare macchie sulla facciata. Lo spessore minimo di rivestimento è di 1,5/2 mm. Dopodiché è possibile applicare l'intonaco interno per ultimare esteticamente la parete.

### Indice di riflessione

È il fattore che indica la quantità di luce riflessa da una superficie: più è chiara la tonalità di colore, maggiore è il valore di riflessione. In genere il valore di riflessione del rivestimento esterno non dovrà essere minore del 20%. È necessario evitare un surriscaldamento eccessivo della facciata, dovuto ad una riflessione troppo bassa, poiché un elevato assorbimento di energia termica, combinata con l'isolamento termico esterno della parete, potrebbe essere causa di deformazioni dell'intonaco, tali da trasformarsi in crepe del rivestimento. Per questi motivi si consiglia di tenere sotto controllo l'indice di riflessione, eventualmente prevedendo un indice superiore alla soglia minima suggerita, soprattutto in caso di spessori di isolante elevati.

### La protezione antincendio

La classificazione del materiale isolante è in conformità alla norma EN 13501-1. Per il sistema di isolamento termico a cappotto, comprensivo dello strato d'intonaco, deve essere raggiunta come minimo la classe D; per i soli materiali isolanti minimo la classe E. In questo caso l'isolante in lana di roccia Knauf Insulation raggiunge, dal punto di vista della classificazione al fuoco, la migliore classe per un isolante, infatti è in classe A1, cioè ininfiammabile. In generale le informazioni qui suggerite sono a titolo di esempio, in quanto le specifiche di prodotto, i metodi applicativi e le compatibilità dei vari elementi, devono essere valutati in relazione al progetto di volta in volta. Inoltre è indispensabile attenersi alle informazioni tecniche relative ai singoli prodotti, tenendo conto che l'omologazione delle applicazioni dipende dal sistema completo e non dai singoli elementi che lo compongono. Pertanto attenersi alle sole prestazioni dell'isolante non è sufficiente a garantire l'efficienza e la durabilità di tutto l'intervento effettuato.

### Zona climatica

A B C D E F + + +

### Valori limite

Trasmittanza termica delle strutture opache verticali U (W/m²K) dal 1° Gen 2010

0,62 0,48 0,40 0,36 0,34 0,33 0,31 0,30 0,29

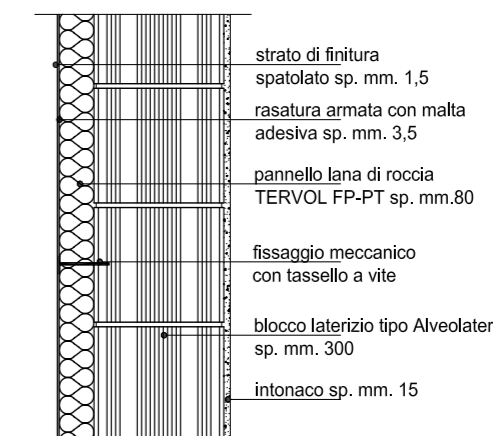
- $\varphi$  Fattore di sfasamento dell'onda termica [h]
- $f_a$  Fattore di attenuazione del flusso termico
- $R_w$  Fonoisolamento della stratigrafia

A B C D E F +

[0,31] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Muratura isolamento a cappotto con blocco da 30 cm

- $\varphi$  14 h
- $f_a$  0,07
- $R_w$  54 dB

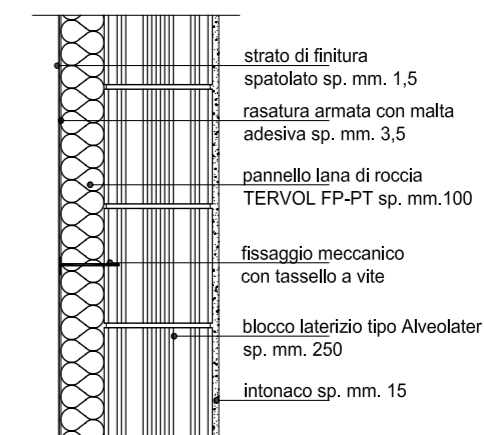


A B C D E F + +

[0,30] <sup>W/m²K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Muratura isolamento a cappotto con blocco da 25 cm

- $\varphi$  13 h
- $f_a$  0,08
- $R_w$  55 dB



Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.  
Nota 2. I valori acustici, se non specificato, si riferiscono ad una stima teorica da calcolo previsionale.

## Pareti perimetrali

### C. Pareti isolate con sistema di facciata ventilata

La norma UNI 11018 definisce la facciata ventilata come un tipo di facciata a schermo avanzato, in cui l'intercapedine tra il rivestimento e la parete è progettata in modo tale che l'aria, in essa presente, possa fluire per effetto camino in modo naturale e/o in modo artificialmente controllato, a seconda delle necessità stagionali e giornaliere, al fine di migliorare le prestazioni termoenergetiche complessive dell'edificio. Si tratta di una soluzione intelligente per migliorare le prestazioni termiche, tecniche e architettoniche dell'involucro, creando un microclima interno ed una qualità dell'aria indoor migliore rispetto ad un sistema di rivestimento tradizionale.

#### In cosa consiste il sistema?

La facciata ventilata è un sistema di chiusura costituito da uno strato di rivestimento esterno (vetrato o opaco, di diverse tipologie e materiali con funzione di tenuta), un'intercapedine percorsa da aria in movimento connessa con l'ambiente esterno tramite griglie poste alla base e alla sommità, uno strato di isolamento ed uno di supporto. Tramite il sistema di montaggio a secco, con tasselli chimici o meccanici, il rivestimento è aggirato alla parete per mezzo di telai costituiti da montanti e traversi in acciaio inossidabile, acciaio al carbonio, acciaio zincato o alluminio, che possono supportare anche i pannelli isolanti.

#### La ventilazione costituisce l'elemento caratterizzante

Il moto dell'aria all'interno della parete ventilata è causato dal suo riscaldamento indotto dalla radiazione solare assorbita dalla parete e dall'azione incidente del vento. L'effetto camino, che s'innesci all'interno della cavità, è connesso alla radiazione solare: pertanto più è intensa la radiazione più il moto d'aria s'innesci, con conseguente effetto di raffreddamento significativo. L'efficienza termica della facciata è maggiore nella condizione estiva, in corrispondenza delle ore centrali della giornata e per grandi superfici esposte a sud, infatti il flusso termico entrante è tanto minore quanto è maggiore la portata d'aria.

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL DP7** densità 70 kg/m<sup>3</sup>

**TERVOL DP7 V.N.** (con velo vetro nero)



**Parete perimetrale con struttura muraria in blocchi alleggeriti, isolata con pannello in lana di roccia TERVOL DP7 con sistema di facciata ventilata. Il rivestimento esterno è costituito da lastre in vetro e pannelli fotovoltaici integrati nella facciata.**



## I componenti

### 1. Sottostruttura (o ossatura o struttura ausiliaria)

È una componente del sistema di ancoraggio, normalmente realizzata con profilati metallici di varie sezioni e diversi materiali, avente lo scopo di garantire un posizionamento dei morsetti indipendente dal supporto edilizio retrostante, permettendo il concentramento dei carichi di facciata su aree strutturalmente ben resistenti. È costituita da uno o entrambi dei seguenti elementi:

montante: costituito da un profilato metallico montato verticalmente

traverso: costituito da un profilato metallico montato orizzontalmente

staffa: è un altro componente del sistema di ancoraggio, normalmente realizzata con un angolare metallico, avente lo scopo di fissare al supporto edilizio la sottostruttura della facciata; la staffa è detta telescopica se permette l'allontanamento dei profilati metallici dal filo di facciata, anche tramite apposite piastre regolabili

### 2. Giunti

Linea di discontinuità più o meno percettibile formata dalle superfici di contatto degli elementi di rivestimento adiacenti. Essi hanno differente classificazione funzionale:

giunto aperto: lo spazio tra due elementi adiacenti di rivestimento è tale da permettere un passaggio di aria e di acqua

giunto chiuso: lo spazio tra due elementi adiacenti di rivestimento è tale da non permettere il passaggio di aria e di acqua

### 3. Rivestimenti

Tra i più frequenti:

lastra materiale lapideo naturale: la faccia a vista della lastra può essere caratterizzata da diversi gradi di rugosità o specularità con finitura spuntata, martellinata, gradinata, bocciardata, sabbata, levigata, satinata o semilucida.

La scelta dell'una o dell'altra è basata innanzi tutto sull'effetto cromatico e sulle caratteristiche tecniche di Resistenza meccanica e durata nel tempo

lastra in gres porcellanato: trattasi di un impasto ceramico costituito da materie argillose, sabbie quarzifere e materie feldspatiche, che gli conferiscono notevole compattezza, rendendolo un materiale durevole e antigelivo

lastra cotto: nel settore dei rivestimenti ventilati, il cotto si è dimostrato un materiale valido sia dal punto di vista della resistenza sia dal punto di vista estetico, rivelando una forte evoluzione da materiale per murature a vero e proprio paramento architettonico di pregio

doghe metalliche: in alluminio o zinco-titanio, in grado di conferire un aspetto High-tech al linguaggio architettonico

lastre di vetro temprato: l'effetto di semitrasparenza e trattamento a specchio necessitano del pannello isolante in lana di roccia con velo vetro nero (pannello TERVOL DP7 V.N.), per evitare antiestetici effetti cromatici causati dalla trasparenza

### Le funzioni

In particolare, i sistemi di facciata svolgono una funzione di rivestimento e finitura decorativa della facciata, ma anche di protezione delle stratificazioni sottostanti dagli agenti atmosferici o dagli urti accidentali e infine, a seconda delle soluzioni tecnologiche adottate, contribuiscono all'isolamento acustico e alla coibentazione termica.

Questi sono i principali strati funzionali cui fare riferimento (vedere UNI 8979):

- strato di isolamento termico
- strato di barriera al vapore
- elemento o strato di collegamento
- strato di protezione al fuoco
- strato di ripartizione dei carichi
- strato di rivestimento con elemento di supporto
- strato di tenuta all'acqua
- strato di tenuta all'aria
- strato di ventilazione

## Strato di isolamento termico

### L'isolante termico in lana di roccia per la facciata ventilata

Tra i prodotti maggiormente consigliati come isolamento, vi sono i pannelli di lana minerale, come i pannelli in lana di roccia TERVOL DP7, disponibili anche nella versione in velo vetro nero, qualora il rivestimento esterno fosse semitrasparente.

Lo spessore dello strato di coibentazione termica deve essere calcolato nel rispetto del valore di Trasmittanza globale che si vuole ottenere, tenendo conto che la progettazione di una facciata ventilata produce miglioramenti nel funzionamento estivo rispetto ad una simile non ventilata.

Lo strato isolante va posato garantendo che i giunti tra i pannelli siano ben chiusi e tra loro sfalsati (qualora si posino più strati sovrapposti); deve essere inoltre garantita l'assenza di ogni fessura d'aria tra l'isolante e la struttura edilizia.

Il numero e la qualità dei fissaggi alla struttura retrostante deve essere tale da garantire il sostegno del peso e la Resistenza allo strappo per azione del vento. Inoltre è possibile utilizzare i componenti del sistema di ancoraggio per tenere in posizione i pannelli isolanti:

infilandoli nelle staffe di ancoraggio, prima di applicare i morsetti o la sottostruttura portante;

utilizzando montanti o traversi come profili di incasso, ad esempio portando la sottostruttura metallica immediatamente all'estradosso dei pannelli stessi con staffe telescopiche.

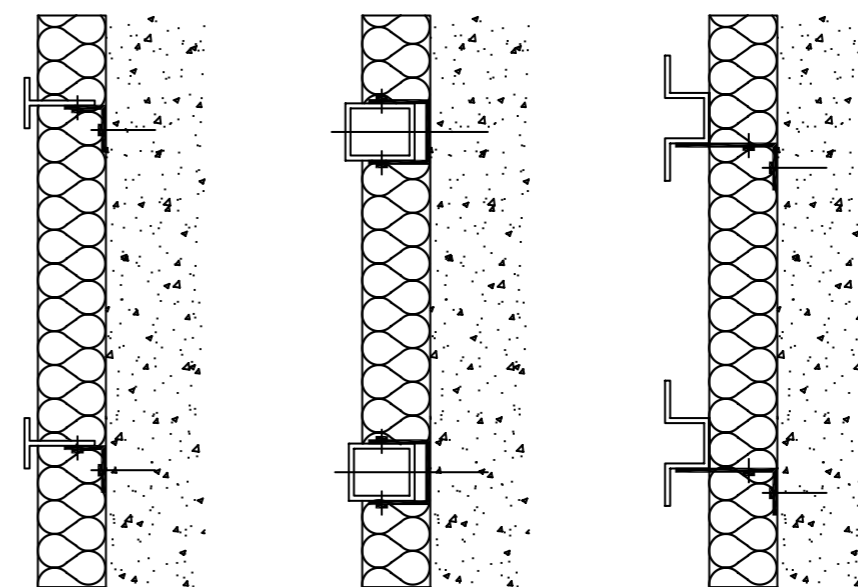
Nel caso in cui l'ancoraggio al supporto edilizio crei anche piccole discontinuità allo strato di coibentazione sulla parete, il sistema dovrà prevedere che venga ridotto al minimo il numero di ponti termici; limitando ogni incremento di conduttività in ciascun ponte termico (ad esempio inserendo spessori in materiale plastico tra le staffe ed il supporto edilizio oppure schiumando i fori realizzati nello strato coibente, dopo aver fissato la staffa di ancoraggio).

## Dettagli esecutivi

### Schema di tassellatura

### Esempi delle diverse collocazioni dei montanti rispetto allo strato di coibentazione

#### Sezione dall'alto



### Strato di ripartizione dei carichi

Agenti sollecitanti e verifica di resistenza.

Si devono quantificare:

i pesi propri dei materiali, del sistema di collegamento e dei pannelli di rivestimento ed eventuali altri carichi fissi

il carico della neve

le azioni del vento in termini di pressione e depressione

le azioni sismiche ed eventuali altri carichi variabili

i carichi geometrici dovuti alle deformazioni impedito

le variazioni termiche

la possibilità di urti

Oltre alle sollecitazioni sopracitate si devono tenere in conto anche

l'effetto di queste azioni:

- assestamenti del suolo e delle strutture;
- ritiro lento delle strutture e fenomeni viscosi;
- fessurazione delle strutture (anche in accoppiamento con l'aggressività dell'atmosfera);
- corrosione o altre forme di degradazione delle strutture per aggressione da materiali inquinanti;
- cicli di carico affaticanti, cicli di gelo/disgelo;
- spostamenti di vincolo, difetti di montaggio, eccentricità non volute, imperfezioni geometriche e di carico.

### Strato di ventilazione

Lama d'aria ventilante.

La lama d'aria tra l'intradosso del rivestimento e l'estradosso della coibentazione termica, deve essere sempre prevista, al fine di facilitare l'evacuazione dell'acqua meteorica o da condensazione, con uno spessore minimo di 2 cm.

È consigliabile realizzare sempre una compartimentazione dello strato di ventilazione, utilizzando se possibile i profilati della sottostruttura del sistema di ancoraggio, inserendo altrimenti opportune scossaline. Tale compartimentazione realizza innanzitutto una barriera fisica alla diffusione di fiamme o prodotti di combustione derivati da un eventuale incendio, essendo peraltro l'intercapedine d'aria inaccessibile dall'esterno in condizioni normali.

Inoltre migliora il funzionamento ordinario del sistema, infatti:

- in orizzontale, impedisce che l'aria che fluisce all'interno possa raggiungere velocità elevate e produrre vibrazioni;
- in verticale, realizza la divisione della facciata in tanti "camini" autonomi e, in prossimità degli spigoli dell'edificio, impedisce richiami d'aria tra facciate contigue rispettivamente sopravento e sottovento.

### Strato di tenuta all'acqua

Progettazione della tenuta all'acqua.

La tenuta all'acqua meteorica del sistema "parete di chiusura + rivestimento" deve essere in ogni caso garantita, soprattutto rispetto ai fenomeni di pioggia battente con ruscellamento in facciata. Le modalità di tenuta sono considerevolmente diverse a seconda che si realizzi una facciata con lastre posate a giunto chiuso o con lastre posate a giunto aperto.

### Lastre posate a giunto chiuso

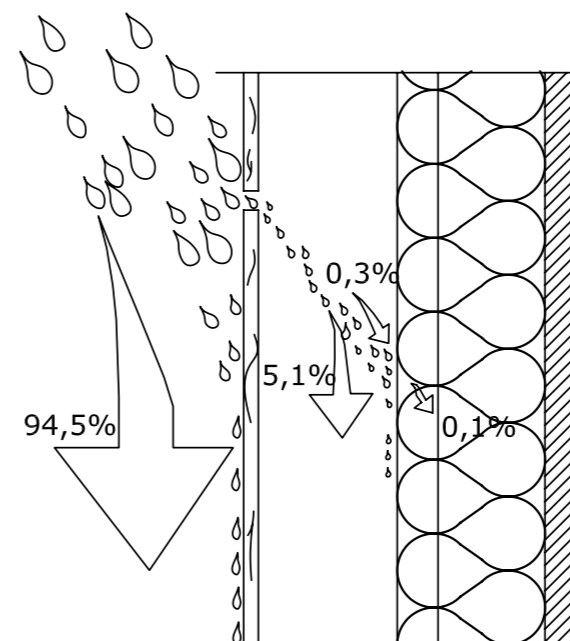
Si tratta di una soluzione adottata a volte per i rivestimenti lapidei; lo spessore delle lastre consente infatti l'inserimento di un apposito fondogiunto, davanti al quale viene steso il sigillante di fugatura. Nel caso di fugatura dei giunti, la barriera all'acqua è costituita dall'estradosso del rivestimento stesso e non si ha quindi alcuna penetrazione di acqua verso l'intercapedine retrostante.

Particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione della tenuta all'acqua in corrispondenza degli spigoli tra la facciata e gli imbotti dei serramenti o altri componenti che ne interrompono la continuità.

### Lastre posate a giunto aperto

Poiché i giunti tra le lastre di rivestimento sono aperti, il controllo della tenuta all'acqua è garantito dalla presenza dell'intercapedine d'aria che già di per sé rende minima la penetrazione d'acqua verso lo strato di coibentazione. Con giunti aperti di normale larghezza, la superficie del rivestimento che rimane aperta all'ingresso dell'acqua meteorica è non più del 2-3% della superficie totale, la penetrazione di acqua meteorica nell'intercapedine d'aria è dell'ordine del 5-15% rispetto al totale che batte sul rivestimento, l'acqua che arriva a bagnare la coibentazione è dell'ordine dello 0,1% del totale; per di più essa si ferma nei primi 15 mm di spessore del coibente stesso e quindi la gran parte della sua massa risulta asciutta, incluso il retro a contatto con la muratura.

### Superficie aperta della facciata pari all' 1,3% del totale



## Voce di capitolato del pannello isolante

### Pareti isolate con sistema a facciata ventilata

- ✓ Applicazione di sistema a facciata ventilata con pannelli isolanti in lana di roccia TERVOL DP7, con lato rivestito in velo vetro nero, se presente, rivolto verso l'esterno.

I pannelli in lana di roccia TERVOL DP7 sono marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  di 0,035 W/mK, espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore  $S$ [m] espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso con  $m^2K/W$  e il valore è arrotondato a 0,05  $m^2K/W$  per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore  $\mu = 1$

L'assorbimento d'acqua nel breve periodo WS, secondo UNI EN 1609 dovrà essere inferiore ad 1  $kg/m^2$

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1.

Zona climatica A B C D E F + + +

### Valori limite

Trasmittanza termica delle strutture opache verticali  $U$  ( $W/m^2K$ ) dal 1° Gen 2010

0,62 0,48 0,40 0,36 0,34 0,33 0,31 0,30 0,29

$\varphi$  Fattore di sfasamento dell'onda termica [h]

$f_a$  Fattore di attenuazione del flusso termico

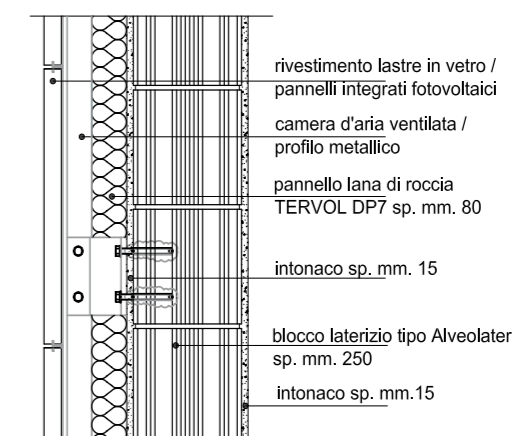
A B C D E F + +

[0,30] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Muratura isolamento facciata ventilata con blocco da 25 cm

$\varphi$  12 h

$f_a$  0,09



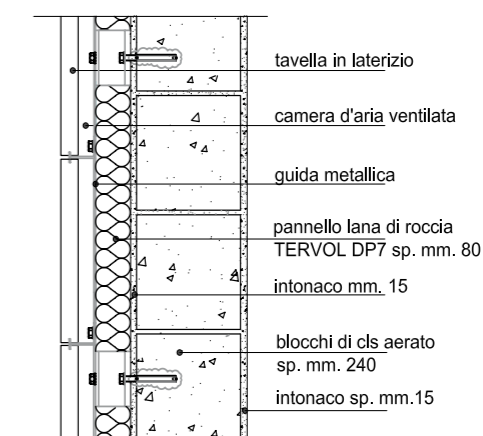
A B C D E F + + +

[0,29] <sup>W/m<sup>2</sup>K</sup> Trasmittanza Termica totale stratigrafia

Muratura isolamento facciata ventilata con blocco cls da 24 cm

$\varphi$  12 h

$f_a$  0,09



Nota 1. I valori termici riferiti alle stratigrafie intendono essere solo orientativi; ogni progetto deve essere sottoposto alle verifiche e ai calcoli da parte del progettista, nel rispetto delle normative vigenti.

# Forma e funzione

oggi non bastano più.

Ci sono violini  
che, pur identici  
in forma e funzione,  
suonano meglio  
di altri.

Ci sono spazi,  
uguali in forma  
e funzione, con prestazioni  
migliori di altri:

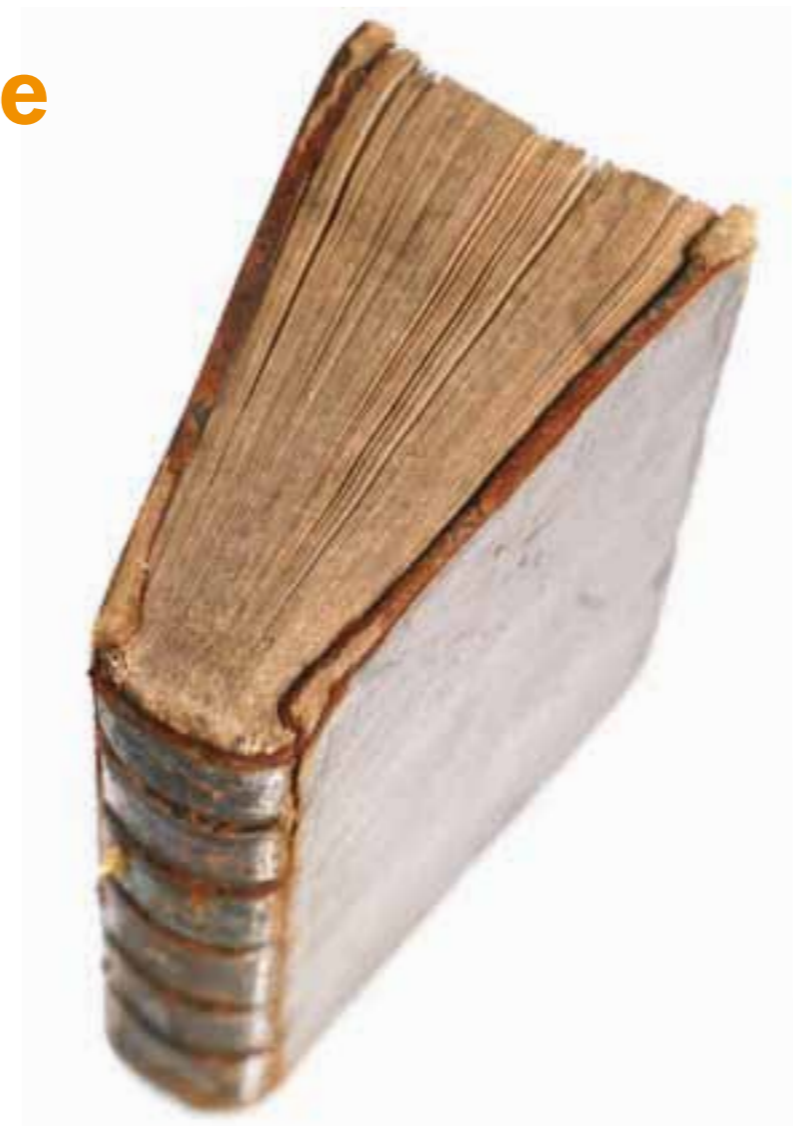
più belli, più solidi, più confortevoli,  
meno rumorosi, meno onerosi,  
meno inquinanti.

Alla base della genesi architettonica  
ci sarà, in futuro, la

## “progettazione prestazionale”

Gian Carlo Magnoli Bocchi

### Pareti divisorie



## Pareti divisorie

### A. Divisorio con sistema a secco composto da pannelli in gesso rivestito ed isolamento in intercapedine

Le chiusure verticali interne, definite come pareti divisorie o tramezzi, contribuiscono a delineare gli ambienti interni dell'edificio rispondendo ad esigenze di sicurezza in caso d'incendio, di benessere igrotermico ed acustico, di stabilità meccanica, a requisiti estetici e di durabilità.

Grazie alla versatilità applicativa, i divisori a secco sono particolarmente diffusi nell'edilizia d'interni, consentendo la realizzazione di partizioni interne di vario tipo con particolari caratteristiche di protezione al fuoco, isolamento termico ed acustico. Tutte le soluzioni si possono realizzare intervenendo sulla combinazione dei singoli componenti:

- spessore delle lastre
- numero delle lastre
- natura delle lastre
- dimensione della struttura metallica
- inserimento di materiale isolante

I divisori in gesso rivestito offrono una serie di vantaggi:

- posa in opera agevole, rapida, non invasiva
- possibilità di nascondere agevolmente impianti idraulici ed elettrici
- isolamento acustico
- isolamento termico
- resistenza al fuoco
- libertà compositiva, con possibilità di realizzare pareti curve ed elementi decorativi (inserimento di faretti, realizzazione di archi e volte, ecc.)
- ottenimento di superfici perfettamente lisce e pulite, pronte per la tinteggiatura, tappezzeria e rivestimenti di ogni tipo

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL DP4** densità 40 kg/m<sup>3</sup>

**TERVOL DP6** densità 60 kg/m<sup>3</sup>

**TERVOL DP7** densità 70 kg/m<sup>3</sup>



Parete divisoria a secco con lastre di gesso rivestito Knauf, a singola orditura metallica e singolo rivestimento, isolata in intercapedine con pannello in lana di roccia TERVOL DP4.

## Voce di capitolato

### Divisorio con sistema secco e isolamento in intercapedine

- ✓ Predisporre l'assemblaggio di lastre di gesso rivestito Knauf su montanti e guide in acciaio zincato, opportunamente ancorate alle strutture portanti.
- ✓ Posare le lastre di gesso rivestito Knauf con spessore di 12,5 mm, che dovranno essere fissate meccanicamente ai montanti metallici.
- ✓ L'orditura metallica, in lamiera zincata, è costituita da guide ad "U" di dimensioni 75 x 45 mm e montanti a "C" di dimensioni 75 x 50 mm, posati con interasse 600 mm. Sigillare i giunti tra le lastre, ponendo attenzione alle zone adiacenti al soffitto e alle altre pareti, sigillare con cura ogni giunzione seguendo le istruzioni del produttore di gesso rivestito.
- ✓ Inserire nell'intercapedine creata tra i montanti i pannelli in lana di roccia TERVOL DP4 o DP6 o DP7 da scegliere in base alle performance da ottenere.

I pannelli TERVOL sono marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  ... W/mK (vd. schede tecniche) espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore  $S[m]$  espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso con  $m^2K/W$  e il valore è arrotondato a 0,05  $m^2K/W$  per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore per pannello nudo  $\mu = 1$

L'assorbimento d'acqua nel breve periodo WS, secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore ad 1  $kg/m^2$

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1.

- ✓ La posa in opera eseguita ad opera d'arte dovrà consentire il passaggio di cavi elettrici, canali e tubazioni ed eventuali accorgimenti di sicurezza per carichi pesanti, supporti sanitari, telai, porte, ecc.
- ✓ Dopo aver sigillato le giunzioni e le fughe rendendo omogenea la parete, è possibile procedere applicando l'intonaco interno e tinteggiatura.

### Zona climatica

### Valori limite Trasmittanza termica U (W/m²K)

dei divisorii (verticali e orizzontali) di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti

dei divisorii verticali, orizzontali e inclinati di ambienti non riscaldati rivolti verso l'esterno

**[0,80]** W/m²K Trasmittanza Termica totale stratigrafia rispettata

Parete divisoria in gesso rivestito Knauf a singola orditura metallica e singolo rivestimento, con pannello TERVOL DP4 in intercapedine

**R.E.I.** 90

**R<sub>w</sub>** 46 dB

[Certificato Istituto Giordano N° 261428]

**[0,80]** W/m²K Trasmittanza Termica totale stratigrafia rispettata

Parete divisoria in gesso rivestito Knauf a singola orditura metallica e doppio rivestimento, pannello TERVOL DP7 in intercapedine.

**R.E.I.** 120

**R<sub>w</sub>** 54 dB

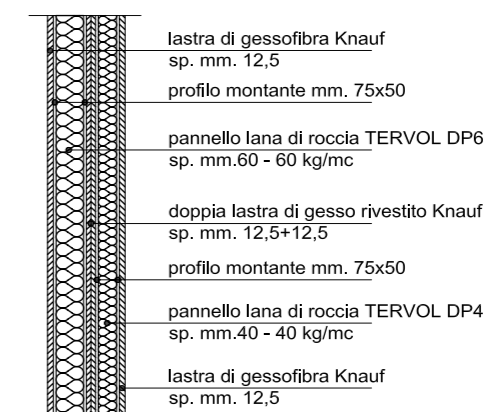
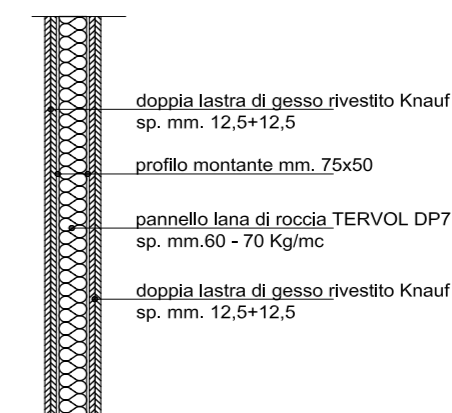
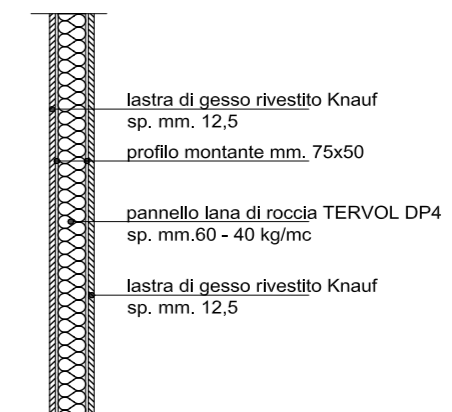
**[0,80]** W/m²K Trasmittanza Termica totale stratigrafia rispettata

Parete divisoria in gesso fibra Knauf a doppia orditura metallica, con singolo rivestimento e doppia lastra interposta, pannello TERVOL DP6 e pannello TERVOL DP4 in intercapedine.

**R<sub>w</sub>** 65 dB

**U<sub>divisorio</sub> ≤ 0,80 W/m²K**

**R.E.I.** Resistenza al fuoco raggiungibile **R<sub>w</sub>** Fonoisolamento della stratigrafia raggiungibile



Nota 1. I valori acustici, se non specificato, si riferiscono ad una stima teorica da calcolo previsionale.

Nota 2. I valori R.E.I. riportati sono indicativi.

## Pareti divisorie

### B. Divisorio in muratura leggera di laterizio ed isolamento in intercapedine

È possibile creare una parete divisoria tra ambienti anche in muratura leggera, prevedendo un'intonacatura esterna alle pareti e strato di rinforzo interno, e ponendo in intercapedine il pannello isolante in lana di roccia; questo tipo di parete assicura gli stessi standard di Termica, Acustica e Protezione al fuoco così come avviene per le pareti perimetrali.

La normativa sul risparmio energetico richiede per i divisori di separazione tra edifici o tra unità immobiliari confinanti, un valore di Trasmittanza termica U non inferiore a  $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ , pertanto è possibile rispettare i requisiti richiesti da normativa con spessori più contenuti d'isolamento termico rispetto alle pareti perimetrali.

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL DP4** densità  $40 \text{ kg/m}^3$

**TERVOL DP6** densità  $60 \text{ kg/m}^3$

**TERVOL DP7** densità  $70 \text{ kg/m}^3$



Parete divisoria in muratura doppia costituita da laterizio forato di 8 cm ed isolata in intercapedine con pannello in lana di roccia DP7.

## Voce di capitolato

### Divisorio in muratura e isolamento in intercapedine

- ✓ Realizzazione di struttura in laterizio forato da 8 cm.
- ✓ Applicazione di intonaco sul lato esterno della parete e rinzaffo sul lato interno.
- ✓ Posa in intercapedine di pannelli in lana di roccia TERVOL DP4 o DP6 o DP7 da scegliere in base alle performance da ottenere.

I pannelli TERVOL sono marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  ... W/mK (vd. schede tecniche), espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore  $S[m]$  espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso con  $m^2K/W$  e il valore è arrotondato a 0,05  $m^2K/W$  per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore per pannello nudo  $\mu = 1$

L'assorbimento d'acqua nel breve periodo WS, secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore ad 1  $kg/m^2$

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1.

Zona climatica

### Valori limite $U_{divisorio} \leq 0,80$ W/m<sup>2</sup>K

dei divisorii (verticali e orizzontali) di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti

dei divisorii verticali, orizzontali e inclinati di ambienti non riscaldati rivolti verso l'esterno

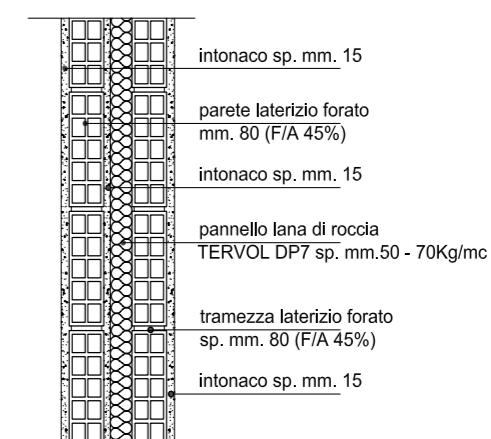
**[0,80]**  $W/m^2K$   
Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Divisorio in muratura laterizio 8+8 cm

**R<sub>w</sub>** 53 dB

[Certificato Istituto Giordano N°261427]

**U<sub>divisorio</sub> ≤ 0,80** W/m<sup>2</sup>K

**R<sub>w</sub>** Fonoisolamento della stratigrafia



Nota 1. I valori acustici, se non specificato, si riferiscono ad una stima teorica da calcolo previsionale.



«Penso che ogni  
nuova costruzione  
introdotta nello  
**spazio**

fisico rappresenti  
oggettivamente una  
sottrazione  
all'equilibrio  
ambientale:  
perciò bisogna  
essere sicuri  
che la sua qualità  
sia così alta  
da restituire  
il più possibile  
di quanto toglie»

**Giancarlo  
De Carlo**

Tratto da intervista di L.Lanza  
pubblicata su Volontà 1-2/89

## Solai interpiano



## Solai interpiano

### Solaio isolato con sistema a pavimento galleggiante

Il solaio interpiano è composto da un massetto con pavimento galleggiante desolidarizzato con interposti pannelli in lana di roccia posati su un massetto di tipo strutturale.

La normativa sul risparmio energetico richiede per questo tipo di partizione un valore minimo di Trasmittanza di  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ , pertanto il contributo del pannello in lana di roccia TERVOL TP serve a garantire i corretti parametri di isolamento termico.

In ambito acustico un solaio con pavimento galleggiante consente di abbattere i rumori di calpestio, grazie alle caratteristiche intrinseche della lana di roccia.

Per raggiungere buoni risultati di isolamento da rumore impattivo è necessario tenere presente le eventuali trasmissioni laterali; a questo proposito occorre desolidarizzare gli elementi di connessione del solaio con le adiacenti strutture dell'edificio.

Infatti il rumore impattivo crea sollecitazioni tali da generare effetti di vibrazione che si trasmettono sull'intera struttura dell'edificio, sviluppando di conseguenza molteplici sovrapposizioni di rumore e disturbi più rilevanti rispetto al solo rumore per trasmissione aerea.

Interporre un elemento elastico tra due masse fa sì che le vibrazioni impattive possano essere smorzate, attenuando l'energia sonora trasmessa; bisogna inoltre prevedere la realizzazione di un massetto in calcestruzzo di adeguato spessore e valutare i valori di rigidità dinamica e di compressibilità del materiale isolante; il pannello TERVOL TP è stato appositamente studiato per questo tipo di applicazione.

#### Prodotti consigliati:

**TERVOL TP** densità  $100 \text{ kg/m}^3$



Solaio interpiano costituito da pavimento galleggiante isolato con pannello in lana di roccia TERVOL TP su struttura in latero-cemento.

## Voce di capitolato

### Solaio interpiano isolato con sistema a pavimento galleggiante

✓ Realizzazione di piano di posa di sabbia e cemento su solaio che copra interamente le tubazioni.

✓ Posizionamento dei pannelli in lana di roccia TERVOL TP marcati CE secondo la norma EN 13162 con le seguenti caratteristiche:

Pannello isolante in lana di roccia dimensioni 600 x 1000 mm

Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  di 0,035 W/mK, espressa nel Certificato CE ed in etichetta del prodotto

Resistenza termica dichiarata  $R_D$  determinata dallo spessore del pannello ed ottenuta con la relazione spessore  $S$ [m] espresso in metri, fratto Conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$ . Il risultato è espresso con  $m^2K/W$  e il valore è arrotondato a 0,05  $m^2K/W$  per difetto

Fattore di Resistenza alla diffusione del vapore per pannello nudo  $\mu = 1$

L'assorbimento d'acqua nel lungo periodo WL (P), secondo UNI EN 1609, dovrà essere inferiore a 3  $kg/m^2$

Calore specifico: 1030 J/kgK

Reazione al fuoco secondo norma EN 13501-1: Euroclasse A1

Livello di compressibilità (CP)  $\leq 5$  mm secondo EN 12431

Livello di rigidità dinamica - SD  $s^1 < 27$  MN/m<sup>3</sup> secondo EN 29052-1

✓ Posizionamento al di sopra dei pannelli isolanti di una guaina impermeabilizzante elastica per evitare infiltrazioni di malta sulla lana, da far sbordare lateralmente fino all'altezza del pavimento finito, evitando trasmissioni acustiche laterali.

✓ Realizzazione di un massetto di ripartizione, calcolando spessore e orditura rete in base ai carichi previsti.

✓ Posa della pavimentazione e rifilo della guaina laterale e della lana di roccia usata nei bordi laterali.

Zona climatica

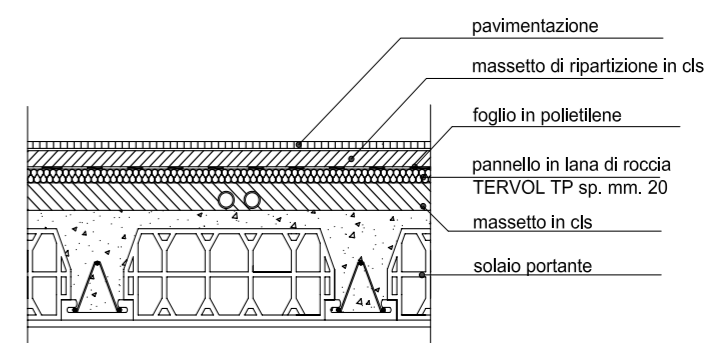
Valori limite  $U$  Trasmittanza termica  $U$  (W/m<sup>2</sup>K)

dei divisori (verticali e orizzontali) di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti

dei divisori verticali, orizzontali e inclinati di ambienti non riscaldati rivolti verso l'esterno

[0,80]  $W/m^2K$   
Trasmittanza Termica totale stratigrafia  
Solaio in latero-cemento isolato con pannello  
TERVOL TP, sistema a pavimento galleggiante

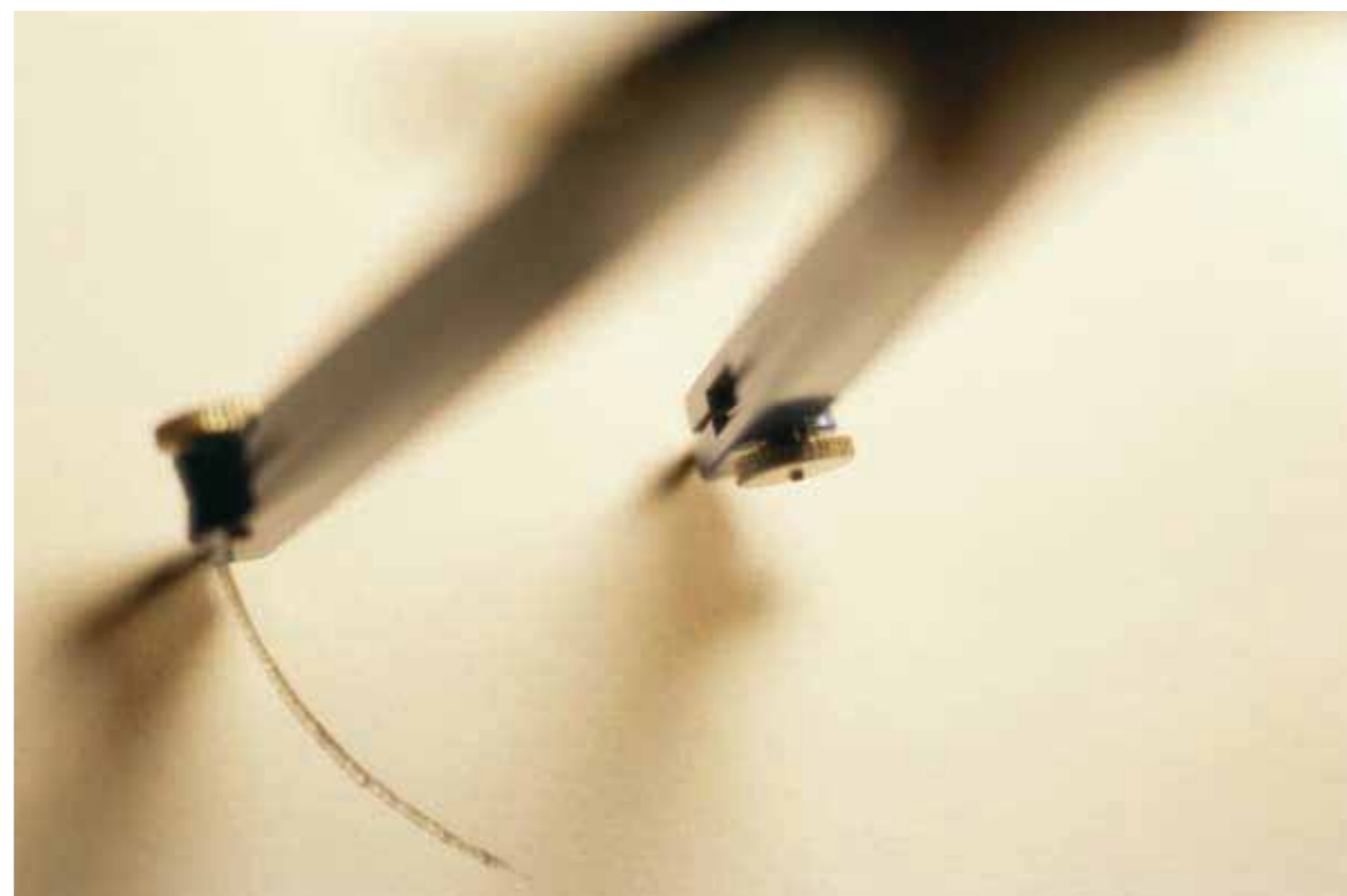
$U_{\text{divisorio}} \leq 0,80$  W/m<sup>2</sup>K



## Quadro sinottico dei prodotti TERVOL

Pannello TERVOL	Rivestimento	$\lambda_D$ (W/mK)	Reazione al fuoco	Applicazione	
DP4	nudo	0,037	A1	Divisori interni	
DP5	nudo	0,035	A1	Divisori interni	
DP6	nudo	0,035	A1	Divisori interni	
DP7	nudo	0,035	A1	Pareti perimetrali Intercapedine	
DP7 K	Carta Kraft	0,035	F	Pareti perimetrali Intercapedine	
DP7 V.N.	Velo vetro Nero	0,035	A1	Pareti perimetrali Facciata ventilata	
DP8	nudo	0,035	A1	Pareti perimetrali Intercapedine	
DP8 ALUR	Alluminio retinato - PE	0,035	A1	Pareti perimetrali Intercapedine	
DP10	nudo	0,035	A1	Pareti perimetrali Tetti a falda	 
DP12	nudo	0,036	A1	Tetti a falda	
TP	nudo	0,035	A1	Pavimenti	
DDP	nudo	0,039	A1	Tetti a falda Tetti piani	 
FP-PT	nudo	0,039	A1	Pareti perimetrali Sistema a cappotto	

## Schede tecniche





## Divisori interni

### Pannello isolante in lana di roccia DP4

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	40	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	40, 50, 60, 70, 100 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,037	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 40	1,05	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 50	1,35		
Spessore (mm) 60	1,60		
Spessore (mm) 70	1,85		
Spessore (mm) 100	2,70		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Resistenza al passaggio d'aria - AF	$> 5$	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	$> 1.000$	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.



## Divisori interni

### Pannello isolante in lana di roccia DP5

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	50	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	40, 50, 60, 80, 100, 120 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,035	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 40	1,10	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 50	1,40		
Spessore (mm) 60	1,70		
Spessore (mm) 80	2,25		
Spessore (mm) 100	2,85		
Spessore (mm) 120	3,40		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Stabilità dimensionale in specifiche condizioni di temperatura e umidità - DS(TH)			
[prova per 48 ore a (70 $\pm$ 2)°C e (90 $\pm$ 5)%UR]	1	%	EN 1604
Resistenza al passaggio d'aria - AF	$> 10$	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	$> 1.000$	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.



## Divisori interni

### Pannello isolante in lana di roccia DP6

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	60	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	30, 40, 50, 60, 80, 100 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,035	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 30	0,85		
Spessore (mm) 40	1,10		
Spessore (mm) 50	1,40	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 60	1,70		
Spessore (mm) 80	2,25		
Spessore (mm) 100	2,85		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Resistenza al passaggio d'aria - AF	$> 15$	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	$> 1.000$	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.



## Pareti perimetrali

### Pannello isolante in lana di roccia DP7

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

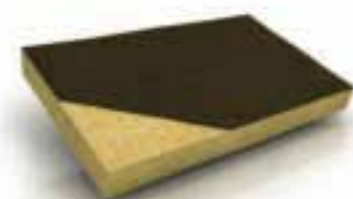
Il prodotto DP7 è disponibile anche con i seguenti rivestimenti: velo vetro nero (DP7 V. N.) e carta Kraft (DP7 K).

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	70	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,035	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 30	0,85		
Spessore (mm) 40	1,10		
Spessore (mm) 50	1,40	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 60	1,70		
Spessore (mm) 80	2,25		
Spessore (mm) 100	2,85		
Spessore (mm) 120	3,40		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Stabilità dimensionale in specifiche condizioni di temperatura e umidità - DS(TH)			
[prova per 48 ore a (70 $\pm$ 2)°C e (90 $\pm$ 5)%UR]	1	%	EN 1604
Resistenza al passaggio d'aria - AF	$> 15$	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	$> 1.000$	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.



DP7 V. N.



DP7 K



## Pareti perimetrali

### Pannello isolante in lana di roccia DP8

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

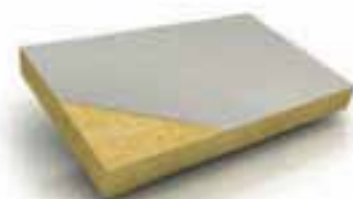
Il prodotto DP8 è disponibile anche con rivestimento in Alluminio retinato PE (DP8 ALUR).

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	80	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,035	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 30	0,85		
Spessore (mm) 40	1,10		
Spessore (mm) 50	1,40	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 60	1,70		
Spessore (mm) 80	2,25		
Spessore (mm) 100	2,85		
Spessore (mm) 120	3,40		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Resistenza al passaggio d'aria - AF	$> 15$	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	$> 1.000$	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.



DP8 ALUR

**KNAUF**INSULATION



## Tetti a falda - Pareti perimetrali

### Pannello isolante in lana di roccia DP10

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	100	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,035	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 30	0,85		
Spessore (mm) 40	1,10		
Spessore (mm) 50	1,40	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 60	1,70		
Spessore (mm) 80	2,25		
Spessore (mm) 100	2,85		
Spessore (mm) 120	3,40		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Resistenza al passaggio d'aria - AF	$> 25$	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	$> 1.000$	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.

**KNAUF**INSULATION



## Tetti a falda

### Pannello isolante in lana di roccia DP12

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	120	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,036	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 30	0,80	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 40	1,10		
Spessore (mm) 50	1,35		
Spessore (mm) 60	1,65		
Spessore (mm) 80	2,20		
Spessore (mm) 100	2,75		
Spessore (mm) 120	3,30		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Resistenza al passaggio d'aria - AF	> 30	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	> 1.000	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.



## Pavimenti

### Pannello isolante in lana di roccia TP

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	100	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm		
Spessori disponibili	20 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,035	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 20	0,55	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a lungo termine - WL(P)	$\leq 3,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Livello di compressibilità - CP (carico imposto sul massetto $\leq 2,0$ kPa)	$\leq 5$	mm	EN 12431
Livello di rigidità dinamica - SD	s <sup>1</sup> < 27	MN/m <sup>3</sup>	EN 29052-1
Stabilità dimensionale in specifiche condizioni di temperatura e umidità - DS(TH) [prova per 48 ore a (70 $\pm$ 2)°C e (90 $\pm$ 5)%UR]	1	%	EN 1604
Resistenza al passaggio d'aria - AF	> 30	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Temperatura di fusione lana di roccia	> 1.000	°C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.





### Pannello isolante in lana di roccia DDP

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )			
Spessori 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90	160	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Spessori 100, 120, 140	155	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm; 1000 x 1200* mm		
Spessori disponibili	30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,039	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 30	0,75		
Spessore (mm) 40	1,00		
Spessore (mm) 50	1,25		
Spessore (mm) 60	1,50		
Spessore (mm) 70	1,75	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 80	2,05		
Spessore (mm) 90	2,30		
Spessore (mm) 100	2,55		
Spessore (mm) 120	3,05		
Spessore (mm) 140	3,55		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Carta Kraft	3.000	$\mu$	EN 12086
Rivestimento con Alluminio e Alluminio retinato - PE	9.000	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a lungo termine - WL(P)	$\leq 3,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Stabilità dimensionale in specifiche condizioni di temperatura e umidità - DS(TH)			
[prova per 48 ore a (70 $\pm$ 2) $^{\circ}$ C e (90 $\pm$ 5)%UR]	1	%	EN 1604
Resistenza al passaggio d'aria - AF	> 60	kPa · s/m <sup>2</sup>	EN 29053
Resistenza a compressione con schiacciamento del 10% - CS(10)			
Spessori 30, 40, 50	$\geq 50$	kPa	EN 826
Spessori 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140	$\geq 70$	kPa	EN 826
Resistenza a trazione perpendicolare alle facce - TR (nel senso dello spessore)			
Spessori 30, 40, 50	$\geq 7,5$	kPa	EN 1607
Spessori 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140	$\geq 10$	kPa	EN 1607
Resistenza al carico puntuale PL (5)	500	N	EN 12430
Temperatura di fusione lana di roccia	> 1.000	$^{\circ}$ C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

\*Dimensioni 1000 x 1200 mm su richiesta

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.



### Pannello isolante in lana di roccia FP-PT

Pannello rigido in lana di roccia senza rivestimento.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità nominale ( $\pm 10\%$ )	135	kg/m <sup>3</sup>	EN 1602
Dimensioni dei pannelli	1000 x 600 mm		
Spessori disponibili	40, 50, 60, 80, 100, 120, 140 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,039	W/mK	EN 13162 EN 12667
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 40	1,00		
Spessore (mm) 50	1,25		
Spessore (mm) 60	1,50	m <sup>2</sup> K/W	EN 13162
Spessore (mm) 80	2,05		
Spessore (mm) 100	2,55		
Spessore (mm) 120	3,05		
Spessore (mm) 140	3,55		
Reazione al fuoco (Euroclasse)	A1	-	EN 13501-1
Calore specifico (Cp)	1.030	J/kgK	EN 12524
Resistenza al passaggio del vapore acqueo			
Senza rivestimento	1	$\mu$	EN 12086
Assorbimento d'acqua a breve termine - WS	$\leq 1,0$	kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Stabilità dimensionale in specifiche condizioni di temperatura e umidità - DS(TH)			
[prova per 48 ore a (70 $\pm$ 2) $^{\circ}$ C e (90 $\pm$ 5)%UR]	1	%	EN 1604
Resistenza a trazione perpendicolare alle facce - TR (nel senso dello spessore)	$\geq 15$	kPa	EN 1607
Temperatura di fusione lana di roccia	> 1.000	$^{\circ}$ C	-
Classe tolleranza di spessore - T	T5 (-1% o 1 mm)	%	EN 823

#### Avvertenze:

Questa scheda tecnica è da considerarsi orientativa, non vincolante e non può sostituirsi alla letteratura tecnica ed ai necessari calcoli di progetto. Knauf Insulation si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura. La fornitura del materiale prevede la verifica delle possibilità di produzione.

# Un catalogo non è mai una realtà conclusa ma evolve nel tempo.

Questo lavoro vuole essere un riassunto di analisi, approfondimenti, ricerche d'archivio e viaggio nell'attualità della produzione industriale, studio d'immagini e documenti che vivranno tutti nella diversità delle letture, nelle tesi e nelle esperienze di chi legge, alimentando così, nuovi spunti e nuove ricerche. Certo non esistono illustrazioni e testi capaci di raccogliere argomenti così vasti senza creare contrappunto o interpretazioni parallele, ma

“nessuno  
scende due  
volte lungo lo  
stesso fiume,  
perché le acque  
mutano”

scriveva J.L. Borges.

Dopo vent'anni di discussioni e vicende normative sull'isolamento degli edifici e sulle urgenze di Risparmio energetico guardiamo con occhio trasformato il progetto di una casa, progetto fatto di studi, di gesti e di ricerche diversificate ma con una consapevolezza rinnovata sul benessere dell'uomo e del mondo che

**egli abita.**

La Knauf Insulation si ritiene estranea a responsabilità derivanti da errata applicazione/posa in opera ed errata progettazione. A tutti gli effetti questo catalogo è da considerarsi orientativo ma non vincolante; ogni studio, analisi o considerazione è frutto dell'esperienza e conoscenza in campo d'isolamento, ma non può sostituirsi alla letteratura tecnica di verifica al progetto. Per questo motivo invitiamo il tecnico a confrontare e verificare con la propria conoscenza, esperienza e con il personale spirito critico quanto espresso e rappresentato, adeguando le proprie scelte al contesto in cui esse si inseriscono; la valutazione complessiva di una costruzione resta nelle mani di chi pensa, crea e costruisce l'opera.